

الجمهورية اليمنية
جامعة صنعاء
نيابة الدراسات العليا والبحث العلمي
كلية الزراعة
قسم الهندسة الزراعية

تحسين كفاءة استخدام المياه وإنتاجية محصول البطاطس تحت مستويات مختلفة من الري الناقص بالتنقيط

رسالة مقدمة من :

م/علي عبد الكريم أحمد الجنداري

بكالوريوس في العلوم الزراعية ـ جامعة صنعاء

استيفاء لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في العلوم الزراعية

هندسة زراعية (ري)

المشرف الرئيس

د. عمر أحمد بامقاء

أستاذ الهندسة الزراعية المساعد

كلية الزراعة / جامعة صنعاء

المشرف المشارك

د. سليمان قوسي سحاري

أستاذ الآلات الزراعية المساعد

كلية الزراعة / جامعة صنعاء

١٤٣٠هـ

٢٠٠٩م

الجمهورية اليمنية
جامعة صنعاء
نيابة الدراسات العليا والبحث العلمي
الإدارة العامة للدراسات العليا
إدارة الدراسات العليا

رقم القرار (٢٠٣) لسنة ٢٠٠٩م
تاريخ المناقشة: ٢٠٠٩/٨/١٢م
مكان المناقشة: علي ولد زايد

قرار لجنة المناقشة والحكم رقم (٢٠٣) لسنة ٢٠٠٩م

إنه في يوم الأربعاء ٢١/شعبان/١٤٣٠هـ الموافق ٢٠٠٩/٨/١٢م اجتمعت لجنة المناقشة والحكم في رسالة **الماجستير** المقدمة من الطالب/ **علي عبد الكريم احمد محمد الجنداري** المسجل بكلية/ **الزراعة** قسم/ **الهندسة الزراعية** والمشكلة بقرار من مجلس الدراسات العليا والبحث العلمي في محضر اجتماعه (السادس) بتاريخ ٦-٢٠٠٩/٧/١١م بتشكيل لجنة المناقشة والحكم من الأساتذة:-

١- د/ محمد صالح الفقيه	ممتحناً داخلياً - جامعة صنعاء	رئيساً
٢- د/ حسن صالح حسن	ممتحناً خارجياً - جامعة عدن	عضواً
٣- د/عمر احمد بامقاء	المشرف الرئيس على الرسالة	عضواً

عن رسالته الموسومة بـ:(تحسين كفاءة الاستخدام المائي وإنتاجية محصول البطاطس تحت مستويات مختلفة من الري الناقص بالتنقيط)

*وقد قام الطالب بعرض موضوع رسالته بشكل .... واضح وجيد

ثم ناقشت اللجنة الطالب وبناءً على ما تقدم توصي اللجنة بالأتي:-

بمنح الطالب/ علي عبد الكريم احمد محمد الجنداري، درجة الماجستير في الهندسة الزراعية

تخصص /........ ري ....

توقيعات أعضاء لجنة المناقشة والحكم على القرار:-

١- د/ محمد صالح الفقيه
٢- د/ حسن صالح حسن
٣- د/ عمر احمد بامقاء

مدير عام الدراسات العليا

أ/ عبد الرزاق عبد الله المحبشي

نائب رئيس الجامعة للدراسات العليا والبحث العلمي

أ.د/ حاتم محمد الصباحي

*ملاحظة: الدرجة تمنح بدون تقدير مع العلم بأن عرض الطالب لموضوع رسالته أثناء المناقشة لا يعتبر تقديرا.

إقرار لجنة المناقشة والحكم

نشهد نحن أعضاء لجنة المناقشة والحكم بأننا قد أطلعنا على هذه الرسالة وناقشنا الطالب في محتواها وذلك يوم الأربعاء ٢١ / شعبان / ١٤٣٠هـ الموافق ١٢/ ٨/ ٢٠٠٩م ولذا فهي جديرة لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية تخصص (ري وصرف) .

والله الموفق ،،،

الدكتور / محمد صالح الفقيه

أستاذ الهندسة الزراعية المشارك

كلية الزراعة - جامعة صنعاء

ممتحناً داخلياً – رئيساً

الدكتور / عمر أحمد بامقاء

أستاذ الهندسة الزراعية المساعد

كلية الزراعة – جامعة صنعاء

المشرف الرئيس على الرسالة – عضواً

الدكتور / حسن صالح حسن

أستاذ الهندسة الزراعية المشارك

كلية الزراعة – جامعة عدن

ممتحناً خارجياً - عضواً

الإهـــــــــداء،،،

احمد الله خـــــــــالقي الذي أعانني على إتمام هذا العمل جعله الله خالصا لوجهه الكريم ونافعاً لكل محب للعلم والعمل به.

أهدي خلاصة جهدي لمعـــلم البشـــرية مـــــن بعثه الله رحمــــة للعالـــمين نبينا محمـــــد صـــلى الله عليه و على آله وسلم من حثنا على العلم بقوله(أطلبوا العلم من المهد على اللحد)أو كما قال صلوات ربي عليه وعلى آله و سلم.



ملخص الرسالة

تعتبر محاصيل الخضروات من أهم المحاصيل المروية في اليمن وتستهلك هذه المحاصيل كميات كبيرة من مياه الري لأسباب تعود في الغالب إلى استخدام انظمه الري السطحي التقليدية منخفضة الكفاءة. ويهدف هذا البحث لتقييم كفاءة استخدام المياه في إنتاج محصول البطاطس وذلك عبر تطبيق ممارسة الري الناقص في ري النبات باستخدام طريقة الري بالتنقيط وطريقة الري السطحي، ومعرفة تأثير هذه الممارسة على نمو و إنتاجية المحصول والذي يعتبر محصول حساس للإجهاد الرطوبي. تم تنفيذ البحث في مزرعة كليه الزراعة خلال الفترة (2007–2008 م) في تربة مزيجية طينية، وتم اختبار نظام الري بالتنقيط بنوعين من المنقطات ، وهي المنقطات ذات السريان الاضطرابي ، والمنقطات ذات منظم ضغط ، ومقارنة هذا النظام مع نظام الري السطحي بالخطوط ، وذلك عند مستويات مختلفة من كميات مياه الري المضافة (الري الناقص). وقد تمت دراسة كفاءة الإضافة للمياه ،وكفاءة استخدام المياه ، والاستهلاك المائي وبعض الصفات الهامة للمحصول التي لها علاقة وارتباط بالمياه (ارتفاع النبات ، قطر ساق النبات ، ونسبة المادة الجافة في النبات ، وإنتاجية درنات البطاطس) وبعض صفات الدرنات مثل طول درنة البطاطس ، ووزن درنة البطاطس. كما تم اختبار المنقطات المستخدمة في التجربة بهدف دراسة الخصائص الهيدروليكية للمنقطات . نفذت التجارب في قطع منشقة وزعت بموجب تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) في ثلاث مكررات. وقد استخدمت أنظمة الري كمعاملات رئيسية ومستويات الري كمعاملات ثانوية (100% ، 80 %، 60 %) من الاحتياجات المائية للنبات والتي تم تقديرها باستخدام برنامج الحاسوب CROPWAT المطور من قبل منظمة الفاو (1992 م) واستخدمت في التحليل الإحصائي طريقة أقل فرق معنوي LSD عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$) في اختبار المعنوية بين متوسطات المعاملات المختلفة وقد كانت النتائج كما يلي:

- تأثير أنظمة الري كان معنوياً على كل من كفاءة الإضافة فى مختلف مراحل النمو ، وارتفاع النبات ، وإنتاجية المحصول، والاستهلاك المائي ، وكفاءة استخدام المياه ، و نسبة المادة الجافة ، وملوحة التربة . بينما لم تظهر فروقا معنوية على قطر ساق النبات ، وطول الدرنة ، ووزن الدرنة .

- تأثير مستويات الري كان معنويا على كل من كفاءة الإضافة في مختلف مراحل النمو، وارتفاع النبات ، وقطر ساق النبات ، وإنتاجية المحصول ، وكفاءة استخدام المياه ، والاستهلاك المائي ، ووزن الدرنة ، وطول الدرنة ، ونسبة المادة الجافة للنبات ، وملوحة التربة.

- لا توجد فروقا معنوية في إنتاجية محصول البطاطس بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) وكانت متوسط الإنتاجية للنظامين (SD1) و (SD2) تزيد معنوياً بنسبة 15 % مقارنة بنظام الري السطحي بالخطوط (FI3).

- أعلى إنتاجية كان لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) حيث وصل إلى 24.9 طن/ هـ ، و 17.47 طن/ هـ عند مستويات الري 100 % ، 60 % على الترتيب ، وأدنى متوسط إنتاجية كان لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) حيث وصل إلى 21.15 طن/ هـ ، و 15.26 طن/ هـ عند مستويات الري 100 % ، 60 % على الترتيب.

- أعلى كفاءة استخدام للمياه كانت لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) حيث وصلت إلى 6.2 كجم / م3 ، و 7.3 كجم / م3 عند مستويات الري 100 % ، 60 % على الترتيب ، وأدنى كفاءة استخدام للمياه كانت لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) حيث وصلت إلى 3.4 كجم / م3 ، و 4.1 كجم / م3 عند مستويات الري 100 % ، 60 % على الترتيب.

فهرس المحتويات

الموضوع | الصفحة

فهرس الجداول

فهرس الأشكال

العنـــــــــــوان | الصفحة

قائمة بالمصطلحات والرموز الواردة فى الرسالة

الرمز	البيان
SD1	نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب
SD2	نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط
FI3	نظام الري السطحي بالخطوط
I1	مستوى ري 100% من الاحتياجات المائية
I2	مستوى ري 80% من الاحتياجات المائية
I3	مستوى ري 60% من الاحتياجات المائية
WUE	كفاءة استخدام المياه
SD	طريقة الري السطحي بالتنقيط
SSD	طريقة الري تحت السطحي بالتنقيط
SMP	الإجهاد الرطوبي
KPa	كيلو باسكال
ETa	التبخر نتح المرجعي
Ep	التبخر من حوض التبخر
Y	إنتاجية المحصول
EU	معامل انتظامية التوزيع



Introduction

الفصل الأول

المقدمة

تتميز الجمهورية اليمنية، كغيرها من البلدان الواقعة في نطاق المناطق الجافة وشبه الجافة، بمحدودية مصادر المياه. وتعتبر الأمطار المصدر الوحيد للمياه المتجددة السطحية والجوفية في اليمن وهي تتصف بعدم انتظامها في الهطول وتغير نمط توزيعها على مستوى الجمهورية اليمنية . ويقدر حجم الموارد المائية المتجددة في اليمن حوالي 2.1 مليار متر مكعب في السنة وحجم المياه المستخدمة حوالي 3.1 مليار متر مكعب في السنة ويتم تغطية العجز – والذي يقدر بحوالي واحد مليار متر مكعب في السنة– عن طريق الاستنزاف من الأحواض الجوفية بمعدلات تزيد على التغذية الأمر الذي يؤدي إلى هبوط مستمر في مناسيب المياه الجوفية في مختلف أحواض البلد.

وتتفاقم مشكلة شحه المياه في اليمن من سنة إلى أخرى بسبب عدد من العوامل. فإلى جانب تأثيرات التغير المناخي، ساهمت الزيادة المستمرة في إعداد السكان والتوسع في إنتاج بعض المحاصيل المروية مع تدني كفاءة الري في الزراعة إلى تزايد الضغط على الموارد المائية المحدودة أصلا والتي تقل من سنة إلى أخرى بسبب التوسع الزراعي .

والقطاع الزراعي من اكبر القطاعات المستهلكة للمياه وتصل استخدامات المياه في القطاع الزراعي إلى 90 % من الاستخدامات الكلية للمياه في اليمن (مجلة الزراعة والتنمية 1990 م) ، أي ما يقارب 2700 مليون متر مكعب من المياه (المعهد العالمي للموارد والبنك الدولي 1992– 1993 م). ويتميز استهلاك المياه في الزراعة بالعشوائية وانعدام التنظيم. ويمارس المزارعون في الغالب انظمه الري السطحي التقليدية التي ينتج عنها فواقد مائية عالية بالتبخر والرشح إلى جانب الفواقد الناتجة عن النقل بالقنوات الترابية، وتتراوح كفاءة الري فيها بين 20– 30 % فقط . وبالتالي فإن كميات كبيرة من المياه يتم إهدارها دونما جدوى. وحيث أن زيادة الإنتاج الزراعي يتطلب التوسع الأفقي بإضافة أراض جديدة ، وتوفير كميات مياه إضافية لسد الاحتياجات المائية للمحاصيل المختلفة، فإن العمل على ترشيد استخدام المياه المتاحة يعد من أهم الحلول التي يجب تطبيقها لمواجهة مشكلة شحه المياه.

إن هناك حاجة ماسة للبحوث والتطوير في تقنيات الري لتوفير المياه والطاقة وتحسين الإدارة الحقلية للمياه والاستخدام الأمثل لمصادر المياه. وتقوم الدولة والجهات المختصة والباحثون حاليا بإجراء البحوث والدراسات للمحافظة على المصادر المائية وتطويرها كما ونوعا. ولعل من أفضل الوسائل للمحافظة على الموارد المائية هو التوسع في تقنيات الري الحديثة مثل إدخال أنظمة الري الموضعي، وخاصة نظام الري بالتنقيط . وقد بدأت الدولة في تطبيق هذا النظام بشكل حثيث حيث تنفذ حاليا عدد من المشاريع التي تختص بذلك مثل مشروع الحفاظ على الأراضي والمياه ومشروع حوض صنعاء وغيرها، لكن التجارب البحثية في هذا المجال تعد ضئيلة ومحدودة. وإلى جانب الاهتمام بالبحوث يجب خلق الوعي لدى المزارعين عن طريق عمل الحقول الإيضاحية والإرشادية وعن طريق الأجهزة الإرشادية في مختلف محافظات الجمهورية لتعميم ونشر التقنيات التي تطورها المحطات البحثية الزراعية. وفي كل الأحوال يجب تقنين الاحتياجات المائية للمحاصيل ذات الاستهلاك المائي العالي واستخدام طرق الري الحديثة لتقليل الضائعات.

ونظراً للتوسع الزراعي الملحوظ في محاصيل الخضروات التي تستنفد كميات كبيرة من المياه فقد تم اختيار موضوع هذه الدراسة لتحسين كفاءة استخدام المياه في إنتاج محصول البطاطس وذلك عبر مقارنة طريقة الري بالتنقيط وطريقة الري السطحي مقرونة مع الري الناقص. ويعد محصول البطاطس احد أهم محاصيل الخضر في اليمن بإنتاج سنوي يصل إلى 249005 طن، ومساحة كلية 19343 هكتار (إحصاء زراعي 2007 م). وتصل مساهمة البطاطس 25 % من الإنتاج الكلي للخضر في اليمن ، وتتوزع زراعته في مختلف المحافظات وخاصة في المرتفعات الوسطى والشمالية والتي تستحوذ بنسبة 20 % من المساحة المزروعة (إحصاء زراعي2007 م).

وتكمن أهمية هذا البحث في اقتراح استخدام الري الناقص في ري محصول البطاطس باعتبار هذه التقنية إحدى التقنيات الحديثة التي نصح عدد من الباحثين بتطبيقها في المناطق التي تعاني شحه في المياه لأنها تمكن من الوصول إلى أفضل مردود اقتصادي يوازن بين كلفة الإنتاج والمردود. إن الري الناقص مثله مثل الري المتقطع يعد إستراتيجية في إدارة عملية الري وهو ليس طريقة للري بحد ذاته .

ويعرف الري الناقص بأنه ممارسة في إدارة الري تتمثل في تخفيض مستوى كمية المياه المضافة تحت مستوياتها الأعلى والسماح بتعرض النبات إلى إجهاد رطوبي لا يؤدي إلى تأثيرات سلبية جوهرية على الإنتاجية. **Alexander, R., (2005)** .

ويهدف هذا البحث إلى تقييم كفاءة استخدام مياه الري في إنتاج محصول البطاطس تحت طريقة الري بالتنقيط وطريقة الري السطحي مع تطبيق الري الناقص في الطريقتين تحت ظروف بيئة الزراعة في صنعاء . وقد تم اختيار عدة معاملات هي 100% , 80% , 60% من الاحتياجات المائية للمحصول وتصميم التجارب الحقلية بناءًا على هذه المعاملات.

ويهدف البحث تحديدًا إلى ما يلي:

1. تحديد بعض الخواص الهيدروليكية للمنقطات .
2. معرفة تأثير أنظمة ومستويات الري على صفات نمو محصول البطاطس خلال الموسم .
3. تحديد الاستهلاك المائي وكفاءة استخدام المياه .
4. دراسة تأثير أنظمة ومستويات الري على إنتاجية محصول البطاطس.
5. تعيين كفاءة الري (الإضافة ، الخزن ، التجانس).
6. تقييم تأثير أنظمة ومستويات الري على ملوحة التربة.

مراجعة المصادر

Review of literature

الفصل الثاني

مراجعة المصادر

1.2 واقع الري والمحاصيل المروية في اليمن

إن التعريف العام للري هو "إضافة المياه للتربة لزيادة نسبة الرطوبة فيها بما يفي بمتطلبات المحاصيل المزروعة واستقرارها" (المنظمة العربية للتنمية الزراعية 2002م) ، وبناءاً على هذا التعريف فإن كمية مياه الري المضافة تعتمد اعتماداً كلياً على مستوى الهطول المطري في المنطقة المعنية بالإضافة إلى العوامل المناخية الأخرى. ويمكن تقدير كمية مياه الري المضافة باستخدام طريقة الموازنة المائية. فالموازنة المائية في منطقة زراعية معينة هي عبارة عن الفرق بين الهطول المطري والمتطلبات المائية للمحاصيل والتي تتمثل في عامل البخر–نتح الكامن وهو عبارة عن المحصلة النهائية للعوامل المناخية المختلفة ، إلا إن الموازنة المائية بالمفهوم العلمي الدقيق تشمل عوامل أخرى أهمها التربة ونوعيتها ومدى إمكانيتها في الحفاظ على الرطوبة ، بالإضافة إلى طبوغرافية الموقع. إن الموازنة المائية في المناطق الجافة وشبه الجافة سالبة اى أن الهطول المطري يقل كثيراً عن البخر–نتح الكامن. وتتميز الأمطار فــي المناطق الجافة وشبة الجافة بالتذبذب حيث تتفاوت كميتها وكثافتها من عام لعام ومن موسم لموسم ، كما أن توزيعها الجغرافي متفاوت من منطقة إلى أخرى. (المنظمة العربية للتنمية الزراعية 2002م) .

وتمثل المياه الجوفية أهمية إستراتيجية كبرى حيث تعتمد عليها كثير من المناطق والمجتمعات خصوصاً الواقعة في نطاقات جغرافية ومناخية تتصف بندرة الأمطار . وبسبب موقع اليمن ضمن الامتداد الشمالي لنطاق الطقس الحار الذي يسوده المناخ الجاف وتزيد كمية التبخر فيه عن كمية الأمطار الساقطة لذلك فإن اليمن تعتبر من أفقر الدول في الموارد المائية وتقع أسفل سلم الدول الواقعة تحت خط الفقر المائي حيث يتراوح متوسط الهطول السنوي بين (100–400 مم) ، ولكن معظم الأراضي الصحراوية الشاسعة تحصل على معدلات هطول تتراوح بين(100-150 مم) .

وقد قدر مجموع الاستهلاك المائي للشرب والاستخدام المنزلي في المناطق الحضرية والريفية حوالي 168 مليون متر مكعب تقريباً عام 1990 م وتقدر الزيادة في الاستهلاك

المائي حوالي 10% سنوياً ، كما بلغ حجم المياه المستخدمة في الزراعة عام 1990م حوالي 2700 مليون متر مكعب بينما بلغ تقدير الاحتياجات المستقبلية لعام 2010م حوالي 3328 مليون متر مكعب والتي قد لا تكون متوفرة في ذلك الوقت حسب تقديرات المعهد العالمي للموارد والبنك الدولي (1992-1993).

1.1.2 أهم المناطق ومحاصيل الخضروات الزراعية المروية

تعتبر محاصيل الخضروات مثل الطماطم والبطاطس من أهم المحاصيل المروية في اليمن والتي تستنزف كميات كبيرة من المياه وكذلك بعض أشجار الفاكهة مثل العنب والموز والمانجو والحمضيات . وتعتبر اليمن تاريخياً معتمدة اعتماداً رئيسياً على مياه الأمطار في معظم المحاصيل ولكن في الآونة الأخيرة اعتمد المزارع اليمني على الري بعد دخول المضخات ونظام حفر الآبار و بدأ بري المحاصيل النقدية مثل محاصيل الخضروات والفواكه ذات العائد النقدي المجدي اقتصادياً واعتمد وبشكل رئيسي على المياه الجوفية ومياه السدود المشيدة حديثاً وذلك بعد تدهور مياه الغيول والعيون وجفاف كثير من الآبار السطحية. وتنتشر زراعة البطاطس في مختلف المناطق والأقاليم اليمنية حيث يزرع في الموسم الشتوي في كل من محافظة مأرب والجوف وإب ووادي حضرموت بينما يزرع في موسمي الربيع والصيف في مناطق المرتفعات الشمالية (عمران ، صنعاء....الخ) والمرتفعات الوسطى الجنوبية (إب والبيضاء وذمار...الخ) وقد بلغت المساحة المزروعة على مستوى مختلف المناطق 19343 هكتار وبإنتاج كلي 249005 طن (إحصاء زراعي 2007) . ويعد محصول البطاطس ذو عائد نقدي ويعتبر من المحاصيل متوسطة الاحتياجات المائية حيث يستهلك كميات عالية من المياه عند الري بالطرق التقليدية. ويلاحظ أن مختلف المحاصيل في توسع في المساحة والإنتاج وذلك لمواكبة الاحتياجات السكانية وبالتالي زيادة في الاحتياجات المائية وذلك في مختلف مناطق الجمهورية ويمكن ملاحظة ذلك من خلال الجدول(18– ب) .

2.1.2 مشاكل الري

يعتمد المزارع اليمني في ري المحاصيل على الطرق التقليدية للري السطحي (الري بالأحواض والري بالخطوط وغيرها) وهذه الطرق تستنفد كميات عالية من المياه في الري

بسبب الفواقد التي تحدث أثناء الري مثل الرشح العميق والتبخر من سطح التربة وكذلك الفواقد المائية التي تحصل أثناء نقل المياه عبر القنوات الترابية وهذا يؤدي إلى استنزاف كميات عالية من المياه على حساب المخزون الجوفي للمياه .

وللري التقليدي عيوب كثيرة لقلة فاعليته في استخدامات وإدارة المياه على مستوى الحقل وهذا ما يلاحظ في الجدول (2-1) (الصافي 2002م).

جدول (2-1) حقائق وأرقام عن استخدامات الري السطحي في اليمن

استخدامات الري السطحي	الكميـــــــة
إجمالي المساحة المستغلة تحت نظام الري السطحي	382450 هـ
حجم المياه المستخدمة	2700 متر مكعب
نسبة المياه المفقودة خلال القناة الرئيسية من المصدر إلى الحقل	84 %
المياه المفقودة خلال القناة الرئيسية	432 مليون متر مكعب
فعالية استخدامات الري السطحي	40 %
فواقد الري السطحي	1361 مليون متر مكعب
إجمالي المياه المفقودة	1793 مليون متر مكعب

(المصدر: المنظمة العربية للتنمية الزراعية 1990 م)

2.2 طرق الري

الري الحقلي يعني تحويل الماء من نظام النقل (القنوات) وإضافته إلى التربة ضمن منطقة الجذور الفعالة للمحصول النامي. وتوجد عدة طرق لإضافة الماء إلى التربة وهي :

1- جعل الماء يجري على سطح التربة ليتخلل إلى داخل التربة.

2- إمرار الماء داخل التربة عند عمق معين بحيث يرتفع إلى منطقة جذور النبات بفعل الخاصية الشعرية .

3- رش الماء بطريقة لا تضر المحصول ولا التربة.

4- جعل الماء ينقط حول النباتات باستمرار بمعدلات بطيئة.

هذه المجاميع الرئيسية لطرق إضافة الماء تدعى على التوالي بالمسميات التالية :

1- الري السطحي Surface Irrigation

2- الري الجوفي (الباطني) Subsurface Irrigation

3- الري بالرش Sprinkler Irrigation

4- الري بالتنقيط drip Irrigation

و يستند اختيار طريقة الري إلى الإمكانية الفنية وإلى الناحية الاقتصادية بالإضافة إلى عوامل أخرى مثل خصائص التربة وكمية ونوعية الماء المتوفر ونوع المحصول وتكاليف العمل وغيرها (إسماعيل 1988م).

3.2 نظم الري بالتنقيط

1.3.2 الري بالتنقيط

هو إضافة المياه ببطء على فترات متقاربة إلى التربة بغرض المحافظة على نمو النبات من خلال المنقطات Emitters التي توضع في أماكن مختارة على خط المياه .ومعظم المنقطات توضع على سطح التربة ولكن يمكن دفن بعضها تحت التربة على أعماق بسيطة . ويعتمد حجم التربة المبتلة على خواص التربة وتصرف النقاط وزمن الري وعدد المنقطات المستعملة ويتراوح عدد المنقطات المستعملة من منقط واحد لكل نبات في حالة الخضراوات التي تزرع في صفوف إلى حوالي 8 منقطات أو أكثر للأشجار الكبيرة .

وقد تضاف المياه إلى التربة على هيئة قطرات إما مستمرة أو متقطعة أو قد تضاف على هيئة سريان متناهي الصغر أو على هيئة رذاذ. وبناء على ذلك فقد ظهر حديثاً اصطلاح ري الميكرو microirrigation وهو أشمل من الري بالتنقيط ويستعمل لوصف طريقة الري التي تتصف بالأتي :

1- إضافة المياه بمعدل منخفض.

2- إضافة المياه على زمن ري طويل.

3- إضافة المياه على فترات متقاربة.

4- إضافة المياه مباشرة إلى منطقة الجذور.

5- إضافة المياه مباشرة عبر نظام منخفض في ضغط التشغيل.

*ري الميكرو Microirrigation

ويتم ري الميكرو بطرق مختلفة مثل الري الفقاعي (Bubbler) - التنقيط (Drip)- الرذاذي (Spray)- تحت السطحي (Subsurface) (إسماعيل 2002م).

2.3.2 نبذة مختصرة عن الري بالتنقيط

ترجع بداية الري بالتنقيط إلى القرن الماضي في ألمانيا عام 1869م حيث استخدمت فيها أنابيب قصيرة من الطين ذات فتحات في موضع الوصلات وذلك بغرض الري والصرف في آن واحد .وفي عام 1912م بدئ بتجربة ري التنقيط التحت سطحي في الولايات المتحدة الأمريكية لأنابيب ذات فتحات ولكن تلك التجربة لم تنجح بسبب التكاليف الباهظة. وخلال عام 1920استخدمت الأنابيب ذات الفتحات في عدد من التجارب لأنواع متعددة من الأنابيب للري والتحكم في سريان المياه من خلال تلك الأنابيب. وخلال عام 1925-1932م أجريت بعض التجارب في فرنسا وروسيا على الري بالتنقيط تحت السطحي ولكنها لم تنجح بسبب الصعوبات المتعلقة بالإنشاء والتشغيل. وقد بدأ التطور التقني للري بالتنقيط حديثاً على إثر التطور في تصنيع البلاستيك ومشتقاته بعد الحرب العالمية الثانية وكانت التجربة الأولى في البيوت المحمية على الطماطم في بريطانيا بين عامي 1945- 1948م حيث زودت النباتات بمياه من فوهات حلزونية وبتصرف بين 1-2 لتر/ ساعة من خلال أنابيب شعرية متفرعة من أنابيب تنقيط ذات أقطار لا تتجاوز الواحد مليمتر. وخلال الفترة بين 1950-1960م تم إجراء التجارب على بعض المنقطات ، وتعد بداية الستينات من القرن العشرين هي الفترة التي أجريت فيها الكثير من التجارب الجادة على نظم الري بالتنقيط في محاولة للتغلب على بعض المصاعب التي ظهرت منذ استخدام هذا النظام كما شهدت نهاية الستينات الاستخدام الفعلي لنظم الري بالتنقيط للمحاصيل الحقلية في الولايات المتحدة واستراليا ومناطق أخرى من العالم ولعل الاهتمام المتزايد بنظم التنقيط كان الدافع لعقد عدد من المؤتمرات العالمية التي شارك فيها العديد من العلماء من جميع أنحاء العالم بأبحاث تهدف إلى تطوير النظام وحل المشكلات التقنية المصاحبة (العمود 1997م).

1.2.3.2 مكونات نظام الري بالتنقيط

1- وحدة التحكم .

2- الخط الرئيسي .

3- الخطوط الفرعية أو التحت الرئيسية.

4- المشعبات .

5- خطوط التنقيط .

6- المنقطات (إسماعيل 2002م) .

2.2.3.2 أنواع المنقطات

تقسم المنقطات حسب نوع السريان الهيدروليكي إلى عدة فئات استنادا إلى القيمة الأسية للمعادلة التي تصف التصريف خلال المنقط. وتكتب المعادلة العامة التي تصف التصرف في المنقطات كالآتي :

$$Q = kP^{X} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1.2)$$

حيث أن : Q : التصرف الخارج من النقاط .

P : ضغط التشغيل للمنقط.

x : أس التصرف للمنقط.

k : ثابت (معامل التصريف).

ولحساب k و x يجب معرفة تصريف المنقطات عند ضغطي تشغيل مختلفين. واستنادا إلى Jack Keller ، إذا كان التصريف q_1 عند ضغط تشغيل H_1 والتصريف q_2 عند ضغط تشغيل H_2 يمكن حساب أس التصريف x من المعادلة التالية :

$$x = \frac{\log(q_1 / q_2)}{\log(H_1 / H_2)} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2-2)$$

وقد وجد أن القيمة الآسية لمعادلة تصرف المنقط تحدد نوع وخواص سريان الماء داخل المنقط وتتراوح بين (1- 0.1)، وصنفت المنقطات بحسب مقدار هذه القيمة إلى:

1 – منقطات السريان الرقائقي

التصرف يتغير كثيراً بتغير الضغط وأكثر حساسية لتغير لزوجة المياه بتغير درجة الحرارة وقيمة x = 1 هذا يعني أن تصرف المنقطات حساس للتغير في الضغط بتغير مقداره 10% في الضغط يقابله 10% تغير في التصرف .

حيث أن : $$\frac{\Delta q}{q} = x \frac{\Delta p}{p}$$

2 – منقطات السريان الاضطرابي:

تمتاز هذه المنقطات بقصر ممر السريان وزيادة سرعة السريان ، وهذه مميزات تساعد على عدم انسداد المنقطات ، وأيضاً فهي قليلة الحساسية لتغير الضغط ولتغير اللزوجة للمياه وذلك مقارنة بمنقطات السريان الرقائقي.

3 – المنقطات الدوامية

تعتمد فكرة المنقطات الدوامية على انخفاض الضغط في المركز نتيجة دوران المياه في الدوامة واندفاعها ناحية الحافة الخارجية بدفع المياه بقوة الطرد المركزي، وتعاب بضيق مسار المياه وبالتالي سهولة الانسداد بحبيبات التربة والشوائب لذلك تحتاج لنظام ترشيح ذو كفاءة عالية وقيمة x = 0.4 يعني أن هذا النوع من المنقطات أقل حساسية للتغير في الضغط من الاضطرابي.

4 – المنقطات المعوضة للضغط

تستخدم هذه المنقطات ضغط المياه الواصل إليها في تعديل قطر مسار السريان أو شكله أو طوله وذلك باستخدام قرص مطاطي قابل للتشكيل أو غشاء مرن ومن عيوب هذه المنقطات أن المادة المطاطية تتغير خواصها بمرور الزمن لذلك يجب أن تكون جودتها عالية وقيم x = 0.0 وهذا يعني انه مهما تغير الضغط تكون قيمة التصرف ثابتة وتستغل عندما يكون الخط به طولات وانخفاضات أو خط ميل طويل نسبياً (إسماعيل 2002م) .

3.2.3.2 خصائص تصنيع المنقطات

يعد تصنيع منقطين متماثلين من الناحية العملية أمراّ عسيراً فالفروق اليسيرة بين ما يبدو أنها منقطات متماثلة يمكن أن تسبب اختلافات كبيرة في التصريف فعند إجراء تجربة على مجموعة من المنقطات من نوع معين وعند ضغوط مختلفة نجد أن تصرف المنقطات على طول خط التنقيط غير متساو ويحدث ذلك لأن أقطار مجرى التدفق صغيرة ويصعب تصنيعها بدقة والجدول (2-2) يوضح تصنيف المنقطات من حيث معامل اختلاف التصنيع الذي توصي به ASAE. ويستخدم معامل اختلاف التصنيع لقياس الاختلافات المتوقعة في التصريف لعينة من منقطات جديدة ويمكن الحصول على قيمة المعامل من الشركة المصنعة كما يمكن أيضاً حسابه من التصريف لعينة من المنقطات لا تقل عن 50 منقطاً تعمل على ضغط ثابت ويحسب المعامل من العلاقة :

$$CV = \frac{s_d}{\bar{q}_a} \qquad \text{.......................}(3.2)$$

حيث أن: CV : معامل اختلاف التصنيع.

Sd : متوسط الانحراف القياسي للتصرفات عن المتوسط لتر/ ساعة.

$\bar{q}_a$: التصرف المتوسط للمنقطات المختبرة لتر/ ساعة (العمود 1997م).

ويمكن كتابة المعادلة استناداً إلى (Jack Keller 1990) كما يلي :

$$V = \frac{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + ... + q_n^2 - n\,q_a^2 /(n-1)}}{q_a} \qquad \text{.......................}(4.2)$$

حيث أن: V : معامل اختلاف التصنيع .

qa : متوسط تصريف المنقطات في العينة لتر/ساعة .

q1.......qn : تصريف المنقطات للعينة لتر/ساعة.

n : عدد المنقطات في العينة.

جدول (2-2) تصنيف المنقطات من حيث معامل اختلاف التصنيع

نوع المنقط	مجال معامل اختلاف التصنيع	التصنيف
منقطات منفردة	أقل من 0.05	جيد
	0.1 – 0.05	متوسط
	0.15 – 0.1	ضعيف
	أكبر من 0.15	غير مقبول
منقطات متصلة	أقل من 0.1	جيد
	0.2 – 0.1	متوسط
	أكبر من 0.2	ضعيف إلى غير مقبول

المصدر :جمعية المهندسين الزراعيين الأمريكية (ASEA 1987).

درس (**Sharaf et al 1996**) الخصائص الهيدروليكية لخطوط التنقيط وقال أن الاختلافات في الخصائص الهيدروليكية تعود للعلاقة بين تصريف المنقطات وضاغط الضغط التشغيلي وتعتبر العناصر الرئيسية المؤثرة على نظام الري بالتنقيط أيضاً نوع مادة التصنيع للمنقطات ، درجة حرارة ، الضغط ، السرعة في عملية التبريد. وكل هذه العوامل تؤثر في المرحلة النهائية عند التصنيع وتؤثر على جودة الإنتاج للمنقطات.

أوضح (**Madramootoo and Rigby 1987**) أن دقة تصنيع المنقطات ضروري لكي نحصل على انتظامية توزيع عالية للنظام وهناك عوامل مؤثرة لصناعة منقطات متجانسة منها التغير في درجة الحرارة ، عدم انتظام خلط المواد الخام.

أثبتت التجارب التي قام بها (**Bralts** و **Wu 1979**) بأن معامل اختلاف التصنيع لا يعتمد على الضغط كما أنه لا يعتمد على معامل الاختلاف الهيدروليكي للأنابيب المفردة الجدار. كما أوضح بأن معامل اختلاف التصنيع يمكن حسابه إحصائياً وإدخاله في معادلات التصميم لحساب التجانس والاختلاف في تصريف المنقطات وبالتالي تأثيره على الإنتاجية.

4.2 تأثير أنظمة الري

1.4.2 كفاءة الإضافة

تعرف كفاءة الإضافة بأنها النسبة بين المياه التي يتم الاحتفاظ بها في منطقة المجموع الجذري إلى كمية المياه التي تتم إضافتها للتربة. وقد تم اقتراح هذا المفهوم لتركيز الانتباه إلى كفاءة خزن الماء الواصل إلى الحقل في التربة ضمن منطقة الجذور بحيث يمكن الاستفادة منها من قبل النبات.

$$E_a = \left(\frac{w_s}{w_f}\right)100 \quad \text{...}(5.2)$$

حيث أن :

Ea: كفاءة الإضافة ، % .

Ws : كمية الماء المخزون في التربة ضمن منطقة جذور النبات ، مم .

Wf : كمية الماء الواصل إلى الحقل ، مم (إسماعيل 1988م).

بين (**Bhardwaj et al 1995**) أن كفاءة الإضافة لنظام الري بالتنقيط كانت أعلى منها لنظام الري السطحي لأشجار التفاح بمقدار44 % .

كما أوضح (**Arnaout 1997**) إلى أن متوسط الكفاءة الإجمالية لنظام الري بالتنقيط 82.5 % بزيادة قدرها 20.8% و 40% لكل من نظامي الري بالرش والري بالخطوط على التوالي وقد أوصى بري المحاصيل المختلفة بمقننات محددة مأخوذة عن أبحاث ميدانية بالحقل تحت نظام الري بالتنقيط لكفاءته العالية ولزيادة الإنتاجية للفدان وحفاظاً على مياه الري.

كما بين (**المجاهد 2002**) تفوق نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية ونظام الري بالمنقطات بدون صمام ضغط معنوياً على نظام الري السطحي.

2.4.2 كفاءة الخزن

إن الريات الصغيرة تؤدي إلى كفاءة عالية لإضافة الماء، ولكن تكرار عمليات الري يكون كثيراً لقلة كميات المياه المضافة . وقد تم اقتراح مفهوم كفاءة خزن الماء لتقويم هذه المشكلة. وتعرف كفاءة خزن الماء بأنها النسبة بين المياه التي يتم الاحتفاظ بها في منطقة المجموع الجذري إلى كمية المياه اللازم إضافتها في منطقة المجموع الجذري للوصول إلى

مستوى السعة الحقلية . وفكرة كفاءة خزن الماء تعود إلى كيفية خزن الماء المتاح بصورة كلية في منطقة الجذور .

$$E_s = \left(\frac{w_s}{w_n}\right)100 \quad \text{..}(6.2)$$

حيث أن :

Es : كفاءة خزن الماء ، %.

Ws : كمية الماء المخزون في التربة في منطقة الجذور خلال عملية الري ، مم .

Wn : كمية الماء التي يجب إضافتها في منطقة الجذورأثناء الري للوصول للسعة الحقلية ، مم (إسماعيل 1988م).

3.4.2 معامل انتظامية التوزيع

يصف معامل انتظامية التوزيع مدى توزيع المياه على النباتات داخل الحقل، ويعرف حقلياً بالنسبة بين متوسط تصريف 25% من أقل المنقطات تصريفاً ومتوسط تصريف المنقطات:

$$EU = \frac{q_{lq}}{q_{Av}} \quad \text{..}(7.2)$$

حيث أن :

EU : كفاءة توزيع المياه % .

q_{lq} : متوسط أقل ربع لتصريف المنقطات المستعملة في اختبار حقلي لتر/ ساعة.

q_{Av} :متوسط تصرفات المنقطات المستعملة للاختبار في الحقل لتر/ساعة.

وقد أقترح (**Keller and Karmeli 1974**) معامل لحساب انتظامية نظام توزيع المياه (EU) وهو يوضح العلاقة بين أقل تصرف والتصرف المتوسط للمنقطات . وهذا العامل يؤخذ في الاعتبار عند حساب احتياجات الري للمحاصيل. ويمكن تقدير قيمة معامل انتظام التوزيع من المعادلة التالية :

$$EU = \left(1 - \frac{1.27.CV}{\sqrt{n}}\right)\frac{q_{\min}}{q_{Av}} \quad \text{..}(8.2)$$

حيث أن :

q_{min} : أقل تصرف للمنقطات خلال شبكة الري بالتنقيط والذي يقابل أقل ضغط في الشبكة ، لتر/ ساعة .

q_{Av} : متوسط تصرف المنقطات خلال شبكة الري بالتنقيط والذي يقابل ضغط التشغيل للمنقطات ، لتر / ساعة .

n : عدد المنقطات لكل نبات .

CV : معامل اختلاف تصنيع المنقطات .

والمعامل1.27 هو معامل يوضح العلاقة بين متوسط الربع الأدنى لتصريف المنقطات إلى المتوسط الكلي لتصريف المنقطات وهو ما يدل على أنه في هذه الحالة فإن 80% من المنقطات سوف تعطي على الأقل التصريف المطلوب من المنقط . وقد يزيد هذا العامل ليكون 1.96 في حالة ما إذا كان يراد إعطاء 95% من المنقطات للتصريف المطلوب على الأقل (حنفي 1990م).

ففي شبكة الري بالتنقيط الجديدة أي التي لا يوجد بها انسداد في المنقطات يرجع الاختلاف في تصريف المنقطات إلى عاملين أساسين الاختلاف في دقة تصنيع المنقطات والثاني يرجع إلى اختلاف الضغط داخل خطوط الشبكة وتقسم قيم معامل انتظامية توزيع المياه حسب درجة قبولها طبقاً لتقسيم الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين ASAE كما في الجدول (3-2) .

جدول (2– 3) تقسيم انتظامية توزيع المياه حسب درجة قبولها.

التقسيم	معامل انتظامية توزيع المياه EU
ممتازة	% 100 - 94
متوسطة	% 87 - 81
مقبولة	% 75 - 68
رديئة	% 62 - 56
غير مقبولة	اقل من 50 %

1.3.4.2 انتظامية التوزيع في الري بالتنقيط

أوضح (Ascough and Kiker 2002) أن انتظامية التوزيع وكمية المياه المستخدمة تؤثر على كفاءة نظام الري بالتنقيط. وأوضح أهمية الصيانة الدورية لأنظمة الري بالتنقيط حتى تصل الكميات المحددة من المياه للمحاصيل ويتحقق أعلى معدل إنتاج بأقل كميات من المياه وبأقل كميات من العناصر السمادية التي قد تفقد من خلال التسرب أو الرشح العميق حيث أن ضعف انتظامية التوزيع يقلل من إنتاجية المحصول نتيجة لتعرض المحصول للإجهاد وعدم قدرته على امتصاص المياه .

درس (Elansary et al 2000) تأثير انتظامية التوزيع على محصولي الذرة الشامية وفول الصويا وأشارت النتائج بأن الإنتاجية وصفات نمو المحصول زادت بزيادة انتظامية التوزيع لكلا المحصولين . وحصلت القيمة الأفضل عندما كانت انتظامية التوزيع 90% وقد وجد أيضاً أن زيادة انتظامية التوزيع يخفض من الاحتياجات المائية للري .

بين (Dalvi et al 1995) أن العوامل الرئيسية لانخفاض انتظامية توزيع المياه في الري بالتنقيط تشمل انسداد المنقطات ، التسرب أو الرشح ، والمصفيات أو فلا تر النظام غير كافية لتصفية وتنقية الشوائب .

توصل (Wasif et al 1990) إلى أن قيم معامل انتظامية التوزيع على طول الخطوط تزداد بانخفاض قيمة دليل نمط السريان x إلى أقل من 0.5 وذلك باستخدام المنقطات ذي منظم ضغط Pressure Compensating كما تنخفض النسبة المئوية لاختلاف تصريف المنقطات بانخفاض قيمة أس التصريف x فيصبح من الضروري والأفضل استخدام منقطات ذي سريان مضطرب x = 0.5 أو منقاطات ذي منظم ضغط .

5.2 الري الناقص

1.5.2 مفهوم الري الناقص

خلال العقود الثلاثة الأخيرة توسعت مساحة الأراضي المروية على المستوى العالمي بأكثر من 35 ضعف (Abu Zaid 1985) وترافق هذا التوسع مع زيادة الطلب على المياه للأغراض الصناعية والبلدية مما أدى إلى زيادة الضغط على الموارد المائية المحدودة أصلاً

.وقد أدت هذه التطورات في الطلب على المياه إلى إدخال تغييرات رئيسية في إدارة وجدولة الري ترمي إلى زيادة كفاءة استخدام المياه وتحقيق مكاسب اقتصادية أفضل لكل وحدة مياه مستخدمة . وتأتي ممارسة الري الناقص في مقدمة هذه التغييرات ويعرف الري الناقص بأنه ممارسة في الري تتمثل في تخفيض كمية المياه المضافة تحت مستوياتها الأعلى والسماح بتعرض النبات إلى إجهاد رطوبي لا يؤدي إلى تأثيرات سلبية جوهرية على الإنتاجية (Alexander, R., 2005)

وتتلخص فكرة الري الناقص في إضافة كميات من المياه أقل من الكميات اللازمة لتغطية العجز الرطوبي في منطقة الجذور وذلك عبر التحكم بكمية مياه الري المضافة للمحصول بحيث يتم تقليل الكمية بشكل متعمد واستغلال الوفر الناتج في المياه في تغطية مساحة أكبر مما يؤدي إلى زيادة في المحصول (Trimmer 1990) .

ويمكن تطبيق ممارسة الري الناقص خلال فترة نمو معينة (مرحلة بداية النمو ، مرحلة تطور المحصول ، مرحلة النضج) أو في كافة مراحل النمو وبدون أن يؤثر ذلك تأثيراً هاماً في المحصول. وفي حالات شحة المياه والجفاف ، يمكن أن يؤدي الري الناقص إلى تحقيق مكاسب اقتصادية خاصة من ناحية توفير المياه أكبر عما هو الحال في حالة ممارسات الري الكامل ، وذلك لأنه يمكن توسيع المساحة المزروعة باستخدام نفس كمية المياه ودون التضحية بخسائر كبيرة في الإنتاجية.

وقد توصل عدد من الأبحاث المنشورة حول ممارسة الري الناقص توفير مياه الري دون التسبب في خسائر هامة في المحصول . علاوة على ذلك توصلت هذه الأبحاث أن انخفاض الإنتاج بسبب الحشرات والأمراض وكذلك انخفاض الإنتاج بسبب تدني كمية المخصبات أكثر من انخفاض الإنتاج بممارسات الري الناقص.ومن ناحية أخرى فإن ممارسات الري الناقص الملائمة قد تحسن من نوعية المحصول على سبيل المثال محتوى البروتين في الحنطة كذلك قوة ألياف القطن طويل التيلة وزيادة تركيز السكر في الشمندر وسكر العنب .(Alexander, R., 2005)

2.5.2 إدارة الري الناقص

تختلف تطبيقات الري الناقص عن الممارسات التقليدية للري فهناك متطلبات لإدارة الري من حيث تحديد مستوى الري الذي ينتج عنه عدم انخفاض هام في إنتاجية المحصول والهدف

الرئيسي من الري الناقص هو زيادة كفاءة استخدام المياه (WUE) للمحاصيل مع تقليل كميات مياه الري بحيث لا تضر بإنتاجية المحصول بشكل كبير .

فقد بين (Alexander, R., 2005) أن الانخفاض البسيط في إنتاجية المحصول يتعادل مع المنفعة المكتسبة من توفير كميات من المياه وتحويلها لري محاصيل أخرى أو مساحات إضافية من نفس المحصول كذلك قد تكون كميات المياه غير كافية عند ممارسات الري التقليدية.

وقد أوضح (Kanber and Kirda 1999) انه قبل تطبيق الري الناقص من الضروري معرفة مدى استجابة المحصول للإجهاد المائي أما أثناء مختلف مراحل النمو أو في مرحلة معينة .كذلك في حالة ممارسة الري الناقص يجب الأخذ بالاعتبار مدى قابلية التربة للاحتفاظ بالماء ففي الترب الرملية يحدث الإجهاد الرطوبي بسرعة بينما في الترب الطينية والعميقة قابلية التربة للاحتفاظ بالماء عالية وتسمح لتعريض التربة للإجهاد الرطوبي. لذلك فإن احتمال نجاح الري الناقص أكثر في الترب الطينية ذات القوام الناعم . ومن ناحية أخرى تتطلب ممارسات الري الناقص تعديل بعض الممارسات مثل تقليل كثافة النبات ، إضافة أسمدة أقل ، المرونة في اختيار موسم الزراعة (موسم قصير) .

وأوضح (Stegman et al 1980) في حالة وجود ندرة في المياه على المستوى الإقليمي يجب على أخصائي الري أن يتبنوا الري الناقص لزيادة إنتاج المحصول على مستوى الإقليم وزيادة الدخل.

6.2 تأثير أنظمة الري و مستويات الري الناقص على صفات نمو نبات البطاطس

الموارد المائية في المناطق الجافة محدودة ويجب استخدامها بكفاءة عالية لإنتاج المحاصيل بصورة اقتصادية ويستوجب ذلك معرفة الاستهلاك المائي للمحاصيل المختلفة والذي يتوقف على الظروف الجوية التي ينمو فيها المحصول وعلى نوعية المحصول وعمره، وتتغير كمية الاستهلاك المائي تبعاً لتغير العوامل التي تؤثر على مكوناته وهي التبخر نتح وبذلك تجد أن الاستهلاك المائي اليومي لنبات معين يكون قليلاً مع بدء الزراعة ويتزايد مع تقدم نموه او مع زيادة حرارة الجو وزيادة ساعات النهار (ساعات الضوء) حتى يصل إلى أقصى مدى له خلال فترة الإزهار(إسماعيل2002) .

درس (Zeng et al 2008) تأثير كميات ماء الري على محصول البطيخ (100% ، 90% ، 80 %، 70% من السعة الحقلية) ، وأوضحت النتائج أن كميات المياه المختلفة لها تأثير معنوي على نمو محصول البطيخ ، ونوعية المحصول حيث وجد أن طول النبات ، وقطر ساق النبات انخفضا من المعاملة 100% إلى المعاملة 70% وكانت الأفضلية في نوعية المحصول للمعاملة 90% .

بين (Sezen et al 2008) في تجربة على محصول الفاصوليا الخضراء تحت مستويات من الري (100% ، 75% ، 50%) أن مستويات الري أظهرت فروقاً معنوية في صفات نمو المحصول مثل طول النبات وعدد البذور في القرن الواحد ووزن مائة بذرة.

درس (Wang et al 2006) صفات نمو محصول البطاطس لخمس مستويات من ماء الري بنظام الري بالتنقيط هي :

(F, -15Kpa F2 , 25Kpa F3 ,- 35Kpa F4 , -45Kpa F5, -55Kpa من الشد الرطوبي للتربة) فوجد أنه في بداية فترة النمو كان طول النبات لمختلف المعاملات متقاربة جداً لكن عند تعرض التربة للإجهاد الرطوبي أصبحت هناك اختلافات معنوية في طول المحصول عند اختبارF معنوية ($P < 0.05$) وفقا للترتيب

$(F_2 \succ F_1 \succ F_3 \succ F_4 \succ F_5)$. وفي الفترة المتأخرة من النمو كان تغير طول النبات بشكل بطئ والإجهاد الرطوبي الكامن للتربة أقل تأثيراً على طول المحصول .

- كما أوضحت النتائج التي حصل عليها الباحث أن المحتوى المائي للمعاملة F_1 والمعاملة F_2 للاوراق و السيقان دائماً أعلى من المعاملات الأخرى وأيضاً لوحظ أن المحتوى المائي للمعاملتين آنفة الذكر متقارب وأقترح أن (SMP) الاجهاد الرطوبي الكامن في التربة عند شد رطوبي (25Kpa-) كافي لامتصاص المياه عند طول (SMP) الاجهاد الرطوبي للتربة.

بين (Rajak et al 2006) في تجربة نفذت على محصول القطن تحت مستويات ماء الري (0.8 ، 1.0 ، 1.2 ، 1.4 * ET) وتحت نوعين من أنظمة الري (الري بالتنقيط ، والري بالخطوط) أن أفضل صفات للنمو كانت عند كميات من المياه المضافة للمعاملة (1.2 * ET) . لكنه يوصى بالمعاملة (0.8 *ET) في ظل الشروط

المتاحة لتوفر المياه للإنتاج . كذلك وجد أن صفات نمو محصول القطن مثل طول النبات وعدد الأفرع لكل نبات خلال الموسم كانت تحت نظام الري بالتنقيط أفضل مقارنة مع نظام الري السطحي بالخطوط.

كما أوضح **(Unlu et al 2005)** في تجربة على محصول البطاطس بنظام الري بالتنقيط والري بالرش أنه لا توجد اختلافات معنوية بين طريقة الري بالتنقيط وطريقة الري بالرش في صفات النمو لمحصول البطاطس .

درس **(Onder et al 2004)** في تجربة نفذت في كلية مصطفى كمال للزراعة بتركيا تأثير أنظمة الري المختلفة وإجهاد ماء التربة، وأوضح عدم وجود تأثيرات معنوية بين نظامي الري (الري السطحي بالتنقيط SD وكذلك الري التحت سطحي بالتنقيط SSD) على إنتاجية محصول البطاطس.

بين **(Yuan et al 2003)** في تجربة على محصول البطاطس تحت مستويات مختلفة من الري (125% ، 100% ، 75% ، 50% ، 25% من زمن حوض التبخر Ep) تأثير مستوى الري على طول النبات ووجد اختلافات معنوية بين المعاملات، حيث زاد طول النبات بزيادة كمية الري حيث كان طول النبات

(0.567 ، 0.621 ، 0.638 ، 0.647 ، 0.687 متر)

للمعاملات (Ep 0.25 , Ep 0.50 , Ep 0.75 , Ep 1.0 , Ep 1.25) على التوالي لكل معاملة ، حيث كانت التأثيرات معنوية لطول نبات البطاطس بحسب جدول التحليل **ANOVA** عند مستوى معنوية 0.05 .

بين **(النعيم وآخرون 2003)** في تجربة تم تنفيذها على محصول الطماطم بأنواع مختلفة من المنقطات وتحت أعماق مختلفة تحت سطح التربة تفوق المعاملة باستخدام المنقط المسمى المنقط المعدل بالنسبة لكل من طول النبات بالمتر وعدد الأوراق لنبات الطماطم والمساحة الورقية سم2 للنبات بينما أعطت المعاملة باستخدام المنقط العادي أعلى القيم بالنسبة للوزن الجاف / والوزن الطازج للنبات في حين أن المعاملة باستخدام المنقط المسمى شلبلر أعطت أقل القيم بالنسبة لجميع الصفات الخضرية الآنفة الذكر عدا صفة طول النبات التي كانت أقل تأثراً باستخدام المنقط العادي ويلاحظ وجود فروقاً معنوية في كل الصفات فيما عدا صفة الوزن الجاف والطازج للنبات كما أوضحت النتائج تفوق المعاملة باستخدام المنقط المعدل

بالنسبة لطول جذر النبات بالسنتيمتر والوزن الطازج / الجاف للجذر بينما أشارت نفس المعاملة باستخدام المنقط المعدل إلى زيادة واضحة لصفتي عدد الثمار للنبات ومتوسط وزن الثمرة (جم) ووجدت أعلى قيمة عند استخدام المنقط شلبلر.

كما أوضح (Scholberg and Locascio 1999) أن نبات الطماطم زاد في طول النبات ووزن محصوله بعد الري بنظام الري بالتنقيط بالمقارنة بالري التحت سطح التربة .

كما بين (Shani 1985) أنه حدث زيادة في طول جذر محصول الفلفل عند استخدامه للري بالتنقيط وسبب أيضاً زيادة في المحصول .

7.2 تأثير أنظمة الري على إنتاجية محصول البطاطس

أثبتت التجارب التي قام بها (Hassanli et al 2008) تأثير أنظمة الري على إنتاجية محصول الذرة (نظام الري السطحي بالخطوط FI ، ونظام الري بالتنقيط SD ، ونظام الري التحت سطحي SSD)، حيث وجد أن القطع التجريبية المروية بنظام الري تحت ضغط مائي (نظام الري بالتنقيط SD ، ونظام الري التحت سطحي SSD) بينت وجود فروقا معنوية في إنتاجية محصول الذرة عند مستوى معنوية 1% مقارنة مع طريقة الري السطحي بالخطوط FI وأوضح أنه قد يرجع ذلك لكفاءة التوزيع العالية لماء الري وقلة التبخر نتح من سطح التربة. وقد أوضح أن أعلى متوسط إنتاجية نتج للقطاعات المروية بطريقة SSD حيث كان (12.11 طن / هـ). وأقل متوسط إنتاجية نتج للقطاعات المروية بطريقة الري السطحي بالخطوط FI حيث كان (10.27 طن /هـ).

كما قام (Aujla et al 2006) بمقارنة طريقة الري بالتنقيط مع طريقة الري بالخطوط وطريقة الري بالخطوط بالتناوب في تجارب على محصول الباذنجان فوجد تفوق نظام الري بالتنقيط في إنتاجية محصول الباذنجان على نظام الري بالخطوط .

كما أوضح (Incrcci et al 2006) في دراسة أجريت على محصول الطماطم بطريقتين من طرق الري، طريقة الري بالتنقيط السطحي والتحت السطحي، عدم وجود فروقاً معنوية بين طريقتي الري على إنتاجية ثمار الطماطم وكذلك نوعية الثمار لكنه أوضح أن طريقة الري التحت سطحي على طول فترة الموسم يمكن أن تخفض من الاستهلاك المائي.

كما ذكر (Rajak et al 2005) في دراسة تأثير طريقة الري بالخطوط وطريقة الري بالتنقيط على محصول القطن أنه وجد في المراحل النهائية للإنتاج أن أعلى متوسط إنتاجية لمحصول القطن بطريقة الري بالتنقيط كانت أعلى بـــ 38% من متوسط الإنتاجية بطريقة الري بالخطوط .

لاحظ (Onder et al 2004) في تجربة أجريت تحت طرق ري مختلفة على محصول البطاطس وتحت تأثير الإجهاد المائي على المحصول بطريقة الري بالتنقيط السطحي (SD) وطريقة الري التحت سطحي (SSD) انه لا توجد فروقا معنوية على إنتاجية المحصول، وقد وصلت إنتاجية محصول البطاطس بطريقة الري التحت سطحي (SSD)28.35 طن / هـــ بينما الإنتاجية بطريقة الري بالتنقيط السطحي (SD) 29.53 طن / هـــ وقد أوصى باستخدام نظام الري بالتنقيط السطحي (SD) على محصول البطاطس المبكر. وأظهرت النتائج فروقاً معنوية في إنتاجية المحصول بين مستويات الاجهاد المائي، وكذلك أوضحت بيانات التجربة وجود فروقاً معنوية في التفاعل بين طريقة الري ومستوى الاجهاد المائي على محصول البطاطس.

كما درس (Edrem et al 2003) محصول البطاطس تحت نظام الري بالخطوط وِ نظام الرَيٍّ بالتنقيطِ، وأظهرت النتائج أن الري بالخطوط والري بالتنقيط لم يؤدي إلى فروق معنوية على محصولِ درنة البطاطس حيث كانت الإنتاجية لنظام الري بالتنقيط 43.25 طن / هـــ بينما الإنتاجية لنظام الري بالخطوط 38.3 طن / هـــ .

كما أوضح (النعيم وآخرون 2003) في تجربة نفذت على محصول الطماطم تحت أنواع مختلفة من المنقاطات (منقط عادي ، منقط معدل ، منقط تربوكي ، منقط شلبلر) أن المنقط من النوع المعدل أدى إلى زيادة واضحة بالنسبة لصفة عدد الثمار والمحصول الكلي لنبات الطماطم (كجم) .

كما بين (Manjunatha et al 2000) في تجارب حقلية أجريت لدراسة أنظمة microsprinkler وأنظمة الري الأخرى أن الري بنظام microsprinkler أدى إلى زيادة صافية في محصول اللوبيا 27.3 % وزيادة 25.14 % في محصول البطاطس مقارنة مع طريقة السطحي، وأيضا أعطى توفير في المياه بطريقة microsprinkler 26% ، 37 % على التوالي لمحصول اللوبيا ومحصول البطاطس بالمقارنة مع الري

السطحي. وكذلك أوضحت التجارب وجود فروقا معنوية بنظام الري بالـــ microsprinkler مقارنة مع الري السطحي لاشجار الليمون الحلو حيث وصلت نسبة الزيادة في المحصول إلى 79.6 % (نظام microsprinkler + الري بالتنقيط) ، 57.1% (نظام microsprinkler) ، 14.3 % (سطحي +تنقيط). ومن ناحية النسبة في توفير كمية المياه فقد حققت الأنظمة توفيرا للمياه مقارنة مع الري السطحي كما يلي: النظام (microsprinkler + الري بالتنقيط) أعلى توفير للمياه 28.14% ، تلى ذلك (نظام microsprinkler) حيث اعطى توفير للمياه 19.94 % ، وكانت أدنى نسبة توفير للمياه في حالة نظام (الري السطحي + الري بالتنقيط) فقد حقق توفير للمياه 4.11% .

كما أوضحت عدد من الأبحاث أن أعلى متوسط إنتاجية وأعلى كفاءة استخدام للمياه WUE تحققت في حالة نظام الري بالتنقيط مقارنة مع طرق الري التقليدية لمحاصيل الخضروات

مثل البطاطس **(Unul et al., 2006 ; Wang et al ., 2006)**

والخيار **(Yuan et al ., 2006)**

والفلفل الأحمر **(Antony and Singadhupe, 2004; Sezen et al ., 2006)**

والبصل **(Al-jamal et al ., 2001; Rajput and Patel,2006)**

والباميا **(Tiwari et al ., 1998)**

ومحصول والملفوف **(Tiwari et al ., 2003)**

ومحصول الباذنجان **(Charoulakis and Drosos, 1995)**.

8.2 تأثير مستويات الري الناقص على إنتاجية محصول البطاطس

من الممكن توفير كميات من المياه والوصول إلى أعلى معدل إنتاجية للمحصول وبأقل كميات من مياه الري فقد بينت التجارب التي قام بها (**Dagdelen et al** 2008) تحت تأثير مستويات من الري بالتنقيط على محصول القطن (100% ، 75% ، 50% ، 25% من السعة الحقلية) وجود فروقاً معنوية بين المعاملات، وكانت أفضل معاملة هي المعاملة 100% حيث كانت متوسط الإنتاجية 5760 كجم / هـــ وأقل معاملة كانت 25% حيث كانت 4775 كجم / هـــ ، وكذلك أظهرت النتائج أنه يمكن تطبيق المعاملة 75% حيث لها منافع هامة لتوفير المياه وذلك تحت ظروف ندرة المياه.

أوضح (Wang et al 2006) في تجربة نفذت تحت مستويات مختلفة من ماء الري

هي(F1,- 15Kpa F2, -25Kpa F3 ,- 35Kpa F4 ,- 45Kpa F5,- 55Kpa من الشد

الرطوبي للتربة) حيث أظهرت المعاملة F2 تفوقاً معنوياً على المعاملات الأخرى وذلك

بأختبار t ($P<0.05$) واختبار دنكن .

كما أشار (Ederm et al 2003) في دراسة على محصول البطاطس تحت نظام الري

بالخطوط ونظام الرَيِّ بالتنقيطِ وثلاثة مستويات من الري: 30%، 50%، 70 % من الشد

الرطوبي أن التأثيرات كانت معنوية بالنسبة لمستويات ماء الري على الدرنة النباتيةِ عند

($P<0.05$) فقد كان أعلى إنتاجية للدرنة النباتيةِ عند مستوى رَيِّ 30 % 44.56 طن /هـ

.

كما أوضحت التجارب التي قام بها (Rajak et al 2005) على محصول القطن تحت

مستويات من الري (0.8 ، 1.0 ، 1.2 ، 1.4 من الـ ET) أنه كانت هناك

فروقات معنوية بين المعاملات وأن أفضل معاملة كانت 1.2 من الـ ET .لكن يوصى

بالمعاملة 0.8 من الـ ET في ظل ظروف ندرة المياه ، لكن في حالة توفر المياه فالأفضل

المعاملة 1.2 من الـ ET حيث أنها أظهرت فروقات معنوية مقارنة بالمعاملة 1.4 من الـ

ET والمعاملات الأخرى .

9.2 تأثير أنظمة الري على الاستهلاك المائي وكفاءة استخدام المياه

بين (Hassanli et al 2008) أن كفاءة استخدام المياه المحصولي للذرة الرفيعة لنظام

الري التحت سطحي (SSD) كانت 2.08 كجم / م3 بينما كانت كفاءة استخدام المياه

المحصولي لنظام الري بالتنقيط (SD) 1.67 كجم / م3 في حين أن كفاءة استخدام المياه

بالري بالخطوط (FI) 1.42 كجم / م3 لكن الكفاءة لنظام الري التقليدي بالخطوط 0.61

كجم / م3 .

أوضح (Rajak et al 2006) عند تنفيذ تجربة ري بالتنقيط وري بالخطوط على

محصول القطن تحت مستويات مختلفة من الري أن الري بالتنقيط يوفر كميات من المياه

بنسبة (21.5% ، 3.16% ، 12.3% ، 9.1%) عند مستويات الري (0.8 ،

1.0 ، 1.2 ، 1.4 من الـ ET) على التوالي عند مقارنتها بنفس مستويات الري مع

الري بالخطوط . وقد كان متوسط كفاءة استخدام المياه الذي أعطى أعلى متوسط إنتاجية 22.7 كجم / هـــ / سم مع انخفاض في ملوحة قطاع التربة بنظام الري بالتنقيط عند مستوى ري (1.2 من الــ ET) وكان متوسط كفاءة استخدام المياه الذي أعطى أقل متوسط إنتاجية 14.6 كجم / هـــ / سم عند مستوى ري (0.8 من إلــ ET) بنظام الري بالخطوط.

كما أوضحت النتائج أن أعلى متوسط إنتاجية للمياه في المراحل المختلفة لنمو المحصول كانت واضحة لمعاملات الري بالتنقيط بسبب الإنتاجية العالية يصاحب ذلك توفير كميات من مياه الري عند مقارنة ذلك بالري بالخطوط .

كما بين **(Aujla et al 2006)** في تجربة اجريت على محصول الباذنجان تحت مستويات مختلفة من الري (D_1 ، $D_{0.75}$ ، $D_{0.5}$ من الــ ET) وعند أربع مستويات من النتروجين (N_{90} ، N_{120} ، N_{150} ، N_{180}) تحت نظام الري بالتنقيط أن متوسط أفضل إنتاجية لمحصول الباذنجان كان للمعاملة D_1 ، $D_{0.75}$ عند مستوى N_{120} لكن أقل مستوى ري $D_{0.5}$ كان أعلى متوسط إنتاجية عند مستوى N_{150}، وأوضح أن أعلى متوسط إنتاجية 103.1 طن / هـــ نتج من المعاملة $D_{0.75}$ عند مستوى نتروجين N_{120} لذلك يوصى بها .

كما أوضح **(Darwish et al 2006)** في دراسة على محصول البطاطس بالري التسميدي (ري بالتنقيط) تحت أربع مستويات مختلفة من النتروجين وأربع مستويات من ماء الري (120 % ، 100% ، 80 % ، 60 % من الـــ ET) أن أفضل المعاملات كانت لمستوى ري 100% حيث أظهرت فروقاً معنوية مقارنة بالمعاملتين (80% ، 60%) بينما المعاملتين (100% ، 120%) لم تظهر بينهما أي تأثيرات معنوية حيث كان متوسط الإنتاجية للمعاملة 100 % 7982 كجم / هـــ بينما كان متوسط الإنتاجية للمعاملة 120% 7940 كجم / هـــ . كما أوضح **(المجاهد 2002)** في تجربة نفذها على محصول الطماطم تحت أنظمة مختلفة من الري أن نظام الري بالمنقطات بدون صمامات ضغط أعطى أعلى كفاءة استخدام وهي 6.52 كجم / م3 والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب التنقيط السطحية 6.5 كجم / م3 مقارنة مع نظام الري السطحي + البوليمر الذي أعطى كفاءة استخدام للمياه 5.48 كجم / م3 في حين أعطى نظام الري السطحي أقل

كفاءة استخدام للمياه وهي 4.22 كجم / م3 بنسبة انخفاض قدرها 35% عن نظام الري بدون صمامات ضغط . كما أوضح (**الغوري وآخرون 2002**) تأثير كميات مياه الري على انتاجية محصول البطاطس (310 ، 600 ، 820 مم / للموسم)، وأوضحت النتائج إلى وجود فروق معنوية بين كميات المياه المضافة حيث تفوقت الكمية الثانية (600 مم) والتي أعطت انتاجية 22.5 طن / هـــ على كل من المعاملتين الاخرتين فالمعاملة الثالثة (820مم) أعطت انتاجية 14.83 طن / هـــ بينما أعطت المعاملة الاولى (310مم) أقل انتاجية 9 طن / هـــ .

كما بين (**Ederm et al 2003**) في تجربة على محصول البطاطس تحت نظامي الري بالتنقيط ونظام الري بالخطوط أن كفاءةِ استخدام المياهِ أظهرت فروقاً معنوية بين نظامي الري فقد تفوق نظام الري بالتنقيط على نظام الري بالخطوط حيث زادتْ كفاءة استخدام المياه بنظام الري بالتنقيط على نظام الري بالخطوط بنسبة 16% فقد كانت كفاءة استخدام المياه بنظام الري بالتنقيط 9.1 كجم / م3 بينما نظام الري بالخطوط كانت كفاء ة استخدام المياه 6.09 كجم / م3 .

كما أوضح (**Bogle et al 1989**) أن الوحدات التجريبية التي رويت بنظام الري التحت سطح التربة عن طريق المنقطات قلل كمية مياه الري اللازمة لري محصول الطماطم بمعدل 45% بالمقارنة بالري عن طريق الخطوط مع زيادة للمحصول بنسبة 22% .

10.2 تأثير مستويات الري الناقص على كفاءة استخدام المياه

من الملاحظ أنه كلما كانت كميات المياه المضافة كبيرة كلما قلت كفاءة استخدام المياه فقد أوضح **Dagdelen et al (2008)** في تجربة أجريت على محصول القطن تحت مستويات مختلفة من الري وجود فروقاً معنوية بين المعاملات وأن كفاءة استخدام المياه WUE زادت بانخفاض مستوى ماء الري حيث كانت الكفاءة للمعاملة T100 0.77 كجم / م3 بينما كفاءة الاستخدام المائي للمعاملة T25 0.98 كجم / م3 .

كما بين (**Aujla et al 2006**) في تجربة اجريت على محصول الباذنجان تحت مستويات مختلفة من الري (D_1 ، $D_{0.75}$ ، $D_{0.5}$ من الـــ ET) وعند أربع مستويات من النتروجين (N_{90} ، N_{120} ، N_{150} ، N_{180}) تحت نظام الري بالتنقيط

أن كفاءة استخدام المياه WUE زادت بزيادة النتروجين المضاف إلى N_{120} للمعاملتين D، $D_{0.75}$. لكن WUE انخفضت عند المعاملة $D_{0.5}$ عند مستوى النتروجين المضاف N_{150}.
كما أوضحت النتائج أن أعلى متوسط كفاءة استخدام المياه WUE تحت المستويات المختلفة من الري بطريقة الري بالتنقيط أو الري بالخطوط كانت تناسبية للكميات المختلفة المضافة للمحصول وأن الكفاءة تزداد بانخفاض الكميات المضافة لماء الري .

كما أكد **(Edrem et al 2003)** أن كفاءة استخدام المياه لمحصول البطاطس تحت مستويات الري (30% ، 50% ، 70 % من الماء الميسر) قلت مع انخفاض نسبة الماء الميسر حيث كانت كفاءة استخدام المياه 8.05 ، 7.63 ، 7.11 كجم / م3 على التوالي لمعاملات الري .

أوضح (**فهد وآخرون 2000**) في تجربة على محصول الذرة الشامية تحت خمس مستويات من ماء الري (T1 , T2 , T3 , T4 , T5) مع اختزال ريات في بعض المعاملات زيادة في كفاءة استخدام المياه في معاملتي الري الناقص T3 , T5 مقارنة مع معاملة الري الكامل رغم عدم وجود فروق معنوية إحصائية إذ بلغت أعلى كفاءة (1.6 كجم / م3) عند معاملتي الري الناقص في مرحلة النمو الخضري وتكوين المحصول، في الوقت نفسه بلغت أقل كفاءة استخدام للمياه (1.17 كجم / م3) عند معاملتي الري الناقص في مرحلة التزهير.

11.2 تأثير أنظمة الري ومستويات الري الناقص على ملوحة التربة

تتأثر خواص التربة مثل الملوحة تبعا للظروف التي تطرأ عليها من حرارة ورطوبة وعوامل تعرية وغير ذلك وأيضاً تأثير مياه الأمطار ومياه الري التي تؤثر على خواص التربة وبشكل كبير حسب نوعية المياه. أيضاً أنظمة الري لها تأثير في خواص الملوحة وكذلك مستويات الري.

فقد درس **(Rajak et al 2006)** تأثير أنظمة الري (ري بالخطوط ، ري بالتنقيط) وأربع مستويات لماء الري (0.8 ، 1.0 ، 1.2 ، 1.4 * ET) على محصول القطن ، وأوضحت النتائج بعد حصاد المحصول أن أعلى متوسط ملوحة للتربة كان في نظام الري بالتنقيط مقارنة بالري بالخطوط ومن ناحية مستويات الري فقد كانت

التربة للمعاملة (1.2* ET) الأكثر انخفاضاً في ملوحة التربة EC_e مقارنة مع مستويات الري الأخرى .

كما وجد (**Shock et al 1998**) أن أعلى ملوحة للتربة عند منطقة الجذور كانت لمعاملات الري الناقص مقارنة بالري الكامل عند ري محصول البطاطس.

وأوضح (**Saggu and Kaushal 1991**) في تجربة أجريت تحت نظامي الري بالتنقيط والري بالخطوط على محصول البطاطس أن ملوحة التربة عند منطقة الجذور بنظام الري بالتنقيط على محصول البطاطس كانت منخفضة مقارنة مع ملوحة التربة عند منطقة الجذور بنظام الري بالخطوط .

مواد وطرق البحث

Materials and methods

الفصل الثالث

مواد وطرق البحث

1.3 مواد البحث

تم تنفيذ هذا البحث في مزرعة كلية الزراعة التعليمية – جامعة صنعاء وتم إجراء التحليلات الكيميائية في معامل الكلية وذلك خلال الموسم الزراعي للفترة من 6/1 وحتى 9/10 لسنة 2008 م. و تقدم الأجزاء التالية وصفا لمواد البحث.

1.1.3 التحليلات الكيميائية والفيزيائية للتربة

تم تجميع عينات عشوائية من التربة من مواقع مختلفة من حقل التجربة وعلى أعماق (0-20سم)، (20-40)، (40-60سم) . وقد تم أخذ العينات قبل الزراعة لغرض إجراء بعض التحليلات المعملية لمعرفة الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة. كما تم جمع عينات عشوائية من التربة من مواقع مختلفة من الحقل التجريبي المزمع تنفيذ التجربة فيه بغرض التحليل الميكانيكي .

أيضاً تم قياس السعة الحقلية للتربة باستخدام طريقة العجينة المشبعة. ويوضح جدول (1.3) الطرق المستخدمة في قياس هذه الخواص والقيم المتوسطة لكل منها.

جدول (1.3) القيم المتوسطة لبعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة

الخاصية / الصفة	طريقة القياس المستخدمة	متوسط القيمة
السعة الحقلية	العجينة المشبعة .	34 %
الكثافة الظاهرية	طريقة شمع البرافين .	1.35 جم/سم٣
ملوحة التربة	مستخلص التربة بنسبة 1: 2.	0.38 مليموز/ سم
PH التربة	جهاز الPH	8

2.1.3 التصميم التجريبي

تم تنفيذ تجربة عامليه بعاملين في قطع منشقة Split Plot Design بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة . حيث قسم الحقل إلى ثلاث قطاعات (replication) أو مكررات وكل قطاع يحتوي على جميع المعاملات (أنظمة الري ، مستويات الري) وقد تم توزيع الوحدات

التجريبية باستخدام تصميم القطاعات العشوائية الكاملة (RCBD) كما في الجدول (3-3)
وشكل (3-1) .

لقد تم اختيار نظام ومستوى الري كعاملين مستقلين في هذه التجربة على النحو التالي:

(1) نظام الري : وقد طبقت ثلاثة أنظمة للري وهي :

(أ) - نظام ري بأنابيب عليها منقاطات ذو سريان اضطرابي (SD1) .

(ب) - ونظام ري بأنابيب عليها منقاطات ذو منظم ضغط (SD2).

(ج) - ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3).

(2) مستوى الري : حيث طبقت ثلاث من مستويات ماء الري هي :

(أ) _ مستوى ري 100% من ET_a (I_1) .

(ب) - مستوى ري 80% ET_a (I_2) .

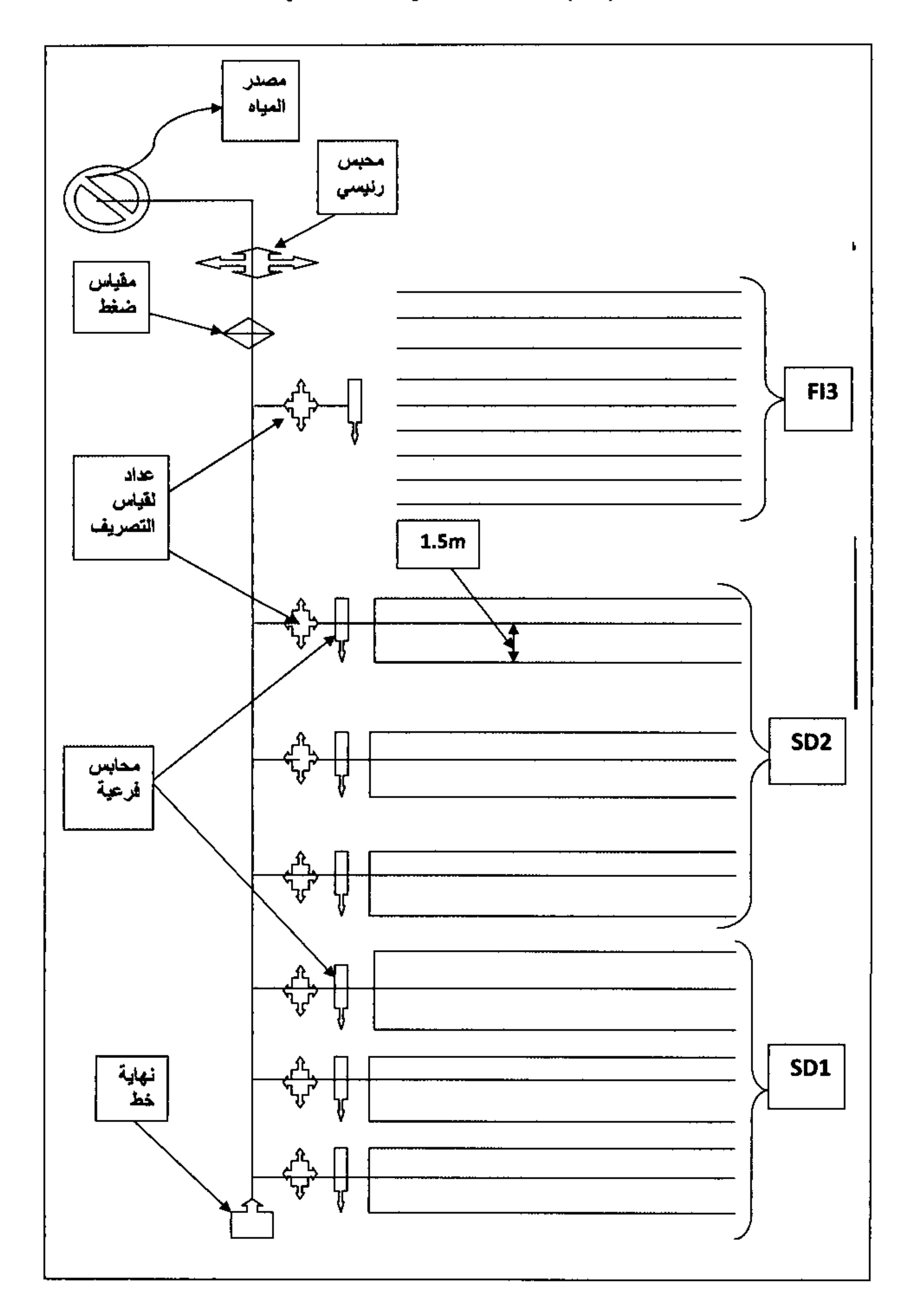
(ج) - مستوى ري 60% من ET_a (I_3).

3.1.3 شبكة الري بالتنقيط

تم تركيب شبكة ري بالتنقيط وفقا للمخطط المبين في شكل (1.3). وتتكون الشبكة من خط رئيسي بطول 30م في بدايته محبس للتحكم بكمية المياه الداخلة للشبكة ومقياس لضغط الماء الداخل للشبكة ، و18 خط فرعي بطول 10 متر لكل خط . وتم تركيب سادلات في بداية الخطوط الفرعية عليها محابس فرعية للتحكم بكميات المياه الداخلة للخطوط الفرعية كما تم تركيب عدادات في بداية الخطوط الفرعية لحساب تصريف المياه بحسب مستويات إضافة ماء الري 100% ، 80% ، 60% من ET_0.

وقد تم استخدام نوعين من المنقطات (ذو منظم ضغط ، ذو سريان اضطرابي) ذات المواصفات الموضحة في الجدول (3-5) وقد تم استخدامها نظراً لتوفرها في الأسواق المحلية وعلى نطاق واسع في المزارع اليمنية ولما فيها من مزايا عديدة لشبكات الري بالتنقيط وقد تم تثبيت المنقطات على الخطوط الفرعية المصنوعة من البولي إيثلين (PE) بقطر 20مم وبمسافات 35 سم بين المنقطات وذلك للنوعين من المنقطات . وتم إختيار المسافة بين الخطوط الفرعية بمقدار 1.5 متر وذلك بناءا على نمط انتشار الرطوبة في التربة المتوقع لنوع التربة والمنقطات وبحيث يتم تفادي تداخل معاملات الري.

شكل (1.3) مخطط توضيحي للقطاعات في الحقل



و قد وزعت خطوط الأنابيب الفرعية عشوائيا على مستويات ماء الري (100% ، 80% ، 60 % من ETo) حيث يمثل كل خط فرعي مستوى إضافة لماء الري ولكل مستوى إضافة ثلاث مكررات بحسب الجدول (3–4) وللنوعين من المنقطات .

4.1.3 نظام الري السطحي

تم تطبيق نظام الري السطحي بواقع 9 خطوط والمسافة بين الخطوط 1.5م تجنباً لتداخل المعاملات وزعت الخطوط عشوائياً على ثلاث مستويات من الري(100% ، 80% ، 60 % من ET_0) حيث يمثل كل مستوى ري سطحي في ثلاث مكررات بحسب الجدول.(3–2).

جدول (3–2) . توزيع المعاملات داخل كل قطاع حسب التصميم

المسلسل	القطاع الثالث	القطاع الثاني	القطاع الأول
1	FI_3I_2	SD_2I_1	SD_1I_1
2	FI_3I_1	SD_2I_2	SD_1I_3
3	FI_3I_3	SD_2I_3	SD_1I_2
4	FI_3I_1	SD_2I_3	SD_1I_2
5	FI_3I_3	SD_2I_2	SD_1I_1
6	FI_3I_2	SD_2I_1	SD_1I_3
7	FI_3I_3	SD_2I_2	SD_1I_1
8	FI_3I_1	SD_2I_1	SD_1I_3
9	FI_3I_2	SD_2I_3	SD_1I_2

SD_1 : نظام الري بأنابيب عليها منقاطات ذو سريان اضطرابي .

SD_2 : نظام الري بأنابيب عليها منقاطات ذو منظم ضغط .

FI_3 : نظام الري السطحي بالخطوط .

I_1 : مستوى ماء الري 100% من ET_a .

I_2 : مستوى ماء الري 80% من ET_a .

I_3 : مستوى ماء الري 60% من ET_a .

جدول (3-3) . مواصفات المنقطات المستخدمة في شبكة الري بالتنقيط

م	نوع المنقطات	التصـــــريف التصميمي	نمط التصريف	الضغط التصميمي
1	منقاطات ذو سريان اضطرابي	8 l/h	اضطرابي	1 bar
2	منقاطات ذو منظم ضغط	8 l/h	منظم ضغط	1 bar

5.1.3 مصدر البذور

تم جلب درنات البطاطس من المؤسسة العامة لإكثار بذور البطاطس (ذمار). والدرنات المستخدمة كانت من صنف دايمنت الذي يناسب مختلف المناطق (مكرد 2001م) وهي تعد بذور نقية لغرض البحث.

2.3 طرق البحث

1.2.3 معاملة التربة والزراعة

تم حرث الأرض حراثتين متعامدتين بالمحراث القلاب المطرحي لغرض قلب التربة للتهوية وتمهيد مرقد البذرة وإعداد الأرض للزراعة وبعد ذلك تمت التسوية والتخطيط للحقل التجريبي ومن ثم تم توزيع المعاملات عشوائيا وقد تمت زراعة الدرنات على ريشة واحدة في الخط بوقع درنة واحدة في الجورة الواحدة وذلك في يوم الأحد 6/1 وقد كانت المسافة بين الدرنة والأخرى 35 سم وكانت المسافة بين الخط والآخر 1.5م. وخلال تنفيذ التجربة تم تسميد المحصول بسماد النتروجين (يوريا) بواقع 220 كجم / هـــ على دفعتين نصف الكمية عند الزراعة والنصف الآخر بعد ثلاثين يوماً من الإنبات (مكرد 2001م).

2.2.3 الاحتياجات المائية

تم تقدير الاحتياجات المائية لمحصول البطاطس خلال الموسم الزراعي لمدينة صنعاء اعتمادا على الظروف المناخية لمدينة صنعاء ونوعية التربة الملائمة للمحصول إضافة إلى عوامل أخرى خاصة بالمحصول وذلك باستخدام برنامج الكمبيوتر المطور من قبل الفاو (الكروب وات لسنة 1997 م) ويلاحظ ذلك من خلال جدول (7- ب) الذي يوضح توزيع الريات

وكمية الري المضافة حسب الأنظمة والمستويات خلال الموسم ، إضافة إلى أنه كان يتم التأكد من المحتوى الرطوبي للتربة عن طريق أخذ عينات من التربة قبل عملية الري حيث كان يتم حساب عمق الماء الواجب إضافته لتعويض الاستنزاف الرطوبي وللوصول إلى مستوى الري المطلوب باستخدام المعادلة التالية :

$$d = (\theta_{fc} - \theta_v)D \quad \text{.......} (1.3)$$

حيث أن :

d : عمق الماء المضاف (مم)

θ_{fc} : المحتوى الرطوبي عند السعة الحقلية على أساس حجمي %.

θ_v : المحتوى الرطوبي على أساس حجمي قبل الري %.

D : عمق التربة عند منطقة الجذور الفعالة (مم).

كما تم تقدير الاستهلاك المائي للمحصول باستخدام المعادلة التالية :

من معادلة التوازن المائي :

$$(I + P) - (R + D + ET) = \Delta S \quad \text{.......} (2.3)$$

حيث أن :

I : ماء الري (مم)

P : كمية ماء المطر (مم)

R : الجريان السطحي (على اعتباره = صفر)

D : الصرف (باعتباره = صفر)

ET : التبخر نتح (مم).

ΔS : التغير في مخزون ماء التربة .

استخدام التغير في مخزون المائي للتربة اعتماداً على تقدير المحتوى الرطوبي باستخدام الطريقة الوزنية خلال موسم النمو بعد الري وقبل الرية التالية :

$$\Delta S = St_1 - St_2 \quad \text{.......} (3.3)$$

حيث ان :

St_1 : المحتوى الرطوبي المخزون في طبقة التربة عند الزمن الاول بعد الري (مم).

St_2 : المحتوى الرطوبي المخزون في طبقة التربة عند الزمن الثاني قبل الرية التالية (مم).

وباعتبار أن الجريان السطحي والصرف وكمية المطر= صفر تم حساب الاستهلاك المائي الفعلي للمحصول عند فواصل الريات خلال موسم النمو باستخدام المعادلة التالية :

$$ET = (St_1 - St_2) \qquad (4.3)$$

3.2.3 تنفيذ قياسات التجربة

نفذت القياسات الخاصة بنمو النبات على ثلاث مراحل من مراحل النمو وهي :

1- مرحلة الإنبات.6/1 حتى 6/25
2- مرحلة الإزهار .6/26 حتى 7/26
3- مرحلة تمام النمو و النضج .7/27 حتى الحصاد

وفي كل عملية ري يتم إضافة الكميات المحددة للري حسب مستويات الري (100 % ، 80% ، 60% من ET_a) وذلك بواسطة عدادات لحساب كميات مياه الري كما كان يتم قياس رطوبة التربة قبل عملية الري مباشرة وبعد مضي 24 ساعة على عملية الري عند نقاط تقع في بداية الخط ووسط الخط ونهاية الخط لكل الخطوط الفرعية للأنابيب في كل مرحلة من مراحل النمو ولجميع أنظمة ومستويات الري وذلك لغرض حساب كفاءة الري .

وقد تم حساب كفاءة إضافة المياه تبعاً لعلاقة (James 1988) التالية

$$E_a = \left(\frac{R_a}{W}\right)100 \qquad (5.3)$$

حيث أن :

E_a : كفاءة إضافة المياه %.

R_a : إجمالي عمق الماء المخزون في منطقة الجذور(مم).

W: كمية الماء المضاف إلى كل معاملة (مم).

4.2.3 اختبار مواصفات المنقطات

تم اختبار عينة عشوائية من كل نوع من المنقطات تتكون من 15 نقاط وذلك لتحديد التصريف (q) وأس النقاط (x) وثابت النقاط (k) ومعامل الاختلاف ألمصنعي (CV) .

اجري الاختبار باستخدام ثلاثة ضغوط هي (50 ، 75 ، 100كيلو باسكال) .

5.2.3 القياسات

1.5.2.3 قياس التصريف

لقياس تصريف النقاط تم تثبيت اسطوانة مدرجة تحت كل نقاط وبسعة 50 مل لغرض قياس حجم الماء المتجمع من النقاط واستخدمت ساعة توقيت لحساب زمن تجمع الماء. تمت عملية قياس التصريف للمنقطات في بداية الخط ووسط الخط ونهاية الخط لكل خط من خطوط الأنابيب الفرعية . كما تم قياس التصريف للري السطحي لكل خط بواسطة عداد مياه.

2.5.2.3 قياس الضغط

تم قياس ضغط الماء في الأنابيب الفرعية عن طريق جهاز لقياس الضغط نوع (بوردون) حيث تم قياس الضغط في بداية الخط ووسط الخط ونهاية الخط لكل خط من خطوط الأنابيب الفرعية وأيضاً تم قياس الضغط المائي الداخل للشبكة بوضع جهاز آخر في بداية الخط الرئيسي للشبكة لقياس الضغط الرئيسي الداخل إلى الشبكة.

3.5.2.3 قياس المحتوى الرطوبي

تم قياس المحتوى الرطوبي للتربة باستخدام الطريقة الوزنية وفقا لمعيار الجمعية الأمريكية للهندسة الزراعية وذلك لغرض حساب كفاءة الري . وقد أخذت عينات من التربة قبل كل رية لغرض قياس كفاءة الإضافة وكذلك للتأكد من كمية الرية القادمة على أعماق 20 سم ، 40 سم باستخدام البريمة ثم وزنها بميزان (حساسيته واحد بالألف) وتجفيفها في الفرن عند درجة حرارة 105 درجة مئوية ولمدة 24 ساعة ثم وزنها بعد التجفيف.

4.5.2.3 قياس صفات نمو نبات البطاطس

تم قياس صفات نمو نبات البطاطس مثل طول النبات وقطر الساق عند المنقطات الواقعة في بداية الخط ووسط الخط ونهاية الخط لكل الخطوط الفرعية ولكل أنظمة الري ومستويات ماء الري وقد تم قياس طول نبات البطاطس وقطر الساق باستخدام المسطرة والقدمة الورنية خلال مراحل النمو كما تم قياس قطر الدرنة وطول الدرنة باستخدام المسطرة والقدمة الورنية بعد حصاد الدرنات كما استخدم الميزان الحساس لوزن الدرنات لتقدير وزن الدرنة الواحدة حيث تم وزن خمسة عشر درنة وكذلك تم تجفيف الجزء الخضري للنبات بالفرن على درجة

حرارة 60- 70 درجة مئوية وقد تم وزنه قبل التجفيف وبعد التجفيف لغرض حساب المحتوى المائي والمادة الجافة للنبات كما تم تجفيف عدد من الدرنات ووزنها قبل وبعد التجفيف بنفس الطريقة السابق ذكرها.

5.5.2.3 قياس إنتاجية المحصول

تم جني محصول البطاطس في نهاية الموسم عند نضج المحصول بعد 101 يوماً من الزراعة جنية واحدة حيث تم وزن الدرنات لكل خط بالكامل من خطوط التجربة لغرض تحديد إنتاجية المحصول والتعبير عنها بوحدة كجم / هـــ لجميع معاملات التجربة.

6.5.2.3 كفاءة استخدام المياه

تعرف كفاءة استخدام المياه (WUE) بالإنتاجية التي يمكن الحصول عليها لكل وحدة من المياه المستهلكة سواء من الري أو من المياه الكلية المضافة لذلك فهي تشمل الرشح الذي قد يحصل أثناء الري وتحسب كفاءة استخدام المياه من المعادلة التالية استناداً (Pene and edi 1996)

$$WUE = \frac{Y}{W_A} \qquad (6\text{-}3)$$

حيث أن :

WUE : كفاءة استخدام المياه (كجم / (هـــ . مم)).

Y : إنتاجية المحصول (كجم / هـ)

W_A : كمية المياه المضافة من الإنبات حتى الحصاد (مم).

7.5.2.3 قياس ملوحة التربة

تم قياس ملوحة التربة لمختلف الوحدات التجريبية وذلك بعمل مستخلص للتربة بنسبة 1:2 ماء إلى تربة معبراً عنها بوحدة مليموز / سم وذلك لمعرفة مدى تأثير أنظمة ومستويات الري على ملوحة التربة بعد الحصاد .

8.5.2.3 التحليل الإحصائي

تم تحليل البيانات المتحصل عليها للصفات المدروسة باستخدام (اقل فرق معنوي L.S.D) عند مستوى معنوية 5% في اختبار معنوية الفرو قات بين المتوسطات المعاملات باستخدام الحاسوب وفق برنامج التحليل الإحصائي SAS لسنة 1997 م .

النتائج والمناقشات

Results and discussions

الفصل الرابع

النتائج والمناقشات

1.4 الخصائص الكيميائية والفيزيائية للتربة والمياه

تم تحليل عينات التربة التي تم جمعها من الحقل لتعيين الخواص الكيميائية والفيزيائية للتربة. وبينت نتائج التحليل الميكانيكي للتربة جدول. (1.4) أن قوام التربة طينية مزيجيه Clay-loam. كما بينت نتائج قياس السعة الحقلية باستخدام طريقة العجينة المشبعة أن متوسط السعة الحقلية 34% ، بينما وجد بأن متوسط الكثافة الظاهرية للتربة 1.35 جم / سم3 . وكانت القيمة المتوسطة لحموضة التربة (PH التربة) 8.3 وبالمثل وجد بأن القيمة المتوسطة لحموضة الماء (PH الماء) 8.1 . كما تم قياس التوصيل الكهربي للأملاح في الماء حيث كانت 0.38 مليموز / سم .

جدول (1.4) نتائج التحليل الميكانيكي للتربة

القوام	% الرمل	% السلت	% الطين
طينية مزيجية	22.5	34.5	43

2.4 الخصائص الهيدروليكية

من أولويات تصميم شبكات الري بالتنقيط دراسة واختبار خصائص الأنابيب المصنعية من حيث حدود الضغوط المسموح بها بحيث لا يحدث تلف للشبكة عند تعرضها لضغوط عالية، ومن حيث فواقد الطاقة الناتجة عن الاحتكاك في الأنابيب الرئيسية والفرعية الحاملة للمنقطات ورؤس المنقطات. وأيضاً يؤخذ بعين الاعتبار خصائص تصنيع المنقطات من حيث العلاقة بين الضغط ومعدل التصريف حتى تعمل بالشكل الملائم .

وقد تم اختبار المنقطات حقلياً تحت ضغوط تشغيلية مختلفة ويوضح الجدول (2.4) أنه بزيادة ضغط التشغيل يزداد تصريف المنقط. ومن خلال اختبار المنقطات تحت ضغوط تشغيلية مختلفة تم استنتاج علاقة الضغط بالتصريف وثابت المنقط (k) من خلال العلاقة :

$$q = kP^x \quad \text{...} (1.4)$$

للمنقطات المستخدمة في البحث كما تم حساب معامل اختلاف التصنيع (CV) الذي أعطى قيم (0.73 , 0.058) للنوعين من المنقطات ذو منظم ضغط وذو سريان اضطرابي على التوالي ويوضح الجدول (2.4) أن المنقطات المستخدمة في البحث كانت ملائمة استناداً إلى الجدول (2.2) المقر من الجمعية الأمريكية للمهندسين الزراعيين.

ومن خلال الجدول(2.4) يلاحظ أن قيم x (أس التصريف) للمنطقات ذات منظم ضغط تختلف عن قيم x للمنطقات ذات السريان الاضطرابي حيث أنها تتأثر بتغير الضغط فكلما كانت قيمة x تقترب من الصفر كلما كان التصريف ثابتاً .

1.2.4 انتظامية التنقيط

تم حساب الانتظامية من خلال قياس تصريف المنقطات في بداية الخط ووسط الخط ونهاية الخط باستخدام المعادلة (8.2) . حيث أعطت المنقطات ذو السريان المضطرب انتظامية للتنقيط 91.5% بينما أعطت المنقطات ذات منظم ضغط انتظامية للتنقيط 92.12% ويلاحظ من خلال الجدول (3.2) أن قيم معامل انتظامية التوزيع للمنقطات المستخدمة كانت في ضمن المجال الممتاز .

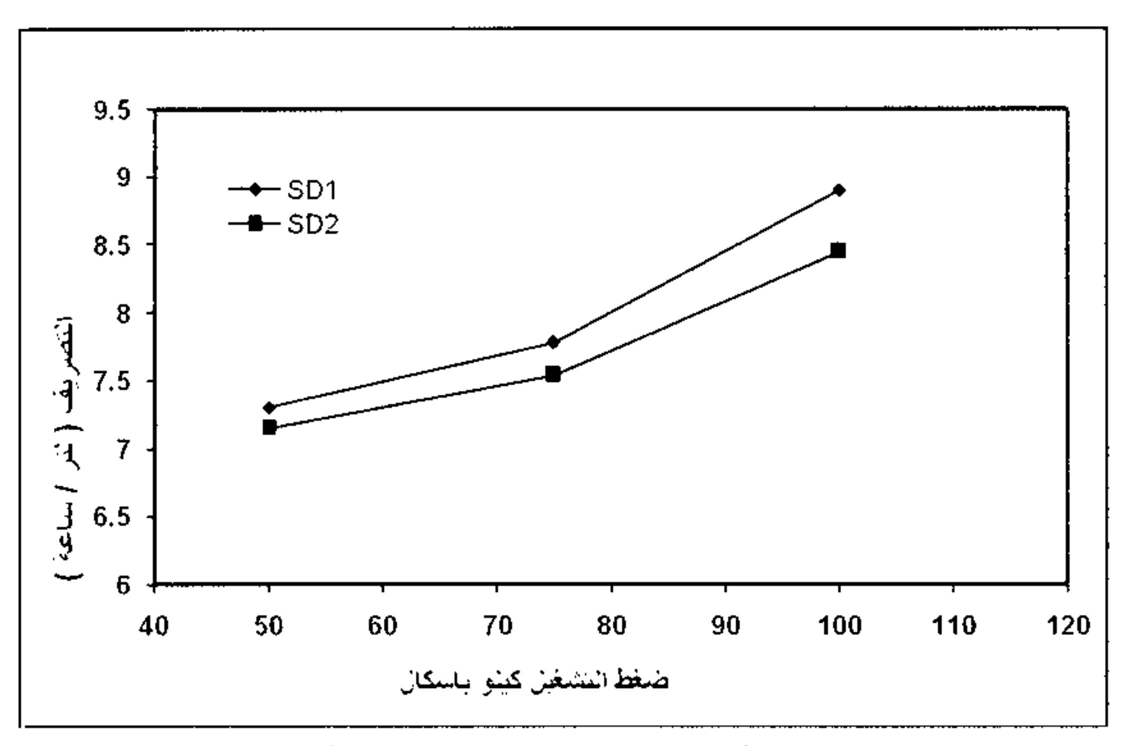
جدول (2.4) مواصفات المنقطات المستخدمة في البحث

نوع المنقط	الضغط التشغيلي (كيلو باسكال)			مواصفات المنقط		
	50	75	100			
	تصريف المنقط لتر / ساعة			k	x	CV
منقطات ذو سريان اضطرابي	7.3	7.78	8.90	1.0336	0.4675	0.058
منقطات ذو منظم ضغط	7.15	7.54	8.45	1.3641	0.3960	0.073

(k) ثابت تصريف المنقط.

(x) أس التصريف للمنقط.

(CV) معامل اختلاف التصنيع.



شكل 4-1 علاقة الضغط بالتصريف للمنقطات المستخدمة في البحث

3.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإنبات

1.3.4 تأثير أنظمة الري على كفاءة الإضافة

من خلال الجدول (2 – أ) يتضح أن هناك فروقاً معنوية بين متوسطات قيم كفاءة الإضافة الخاصة بنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) حيث أعطى نظام الري (SD1) كفاءة إضافة 84.11% بينما أعطى نظام الري (FI3) كفاءة إضافة 44.00 %. أيضاً كان هناك فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) حيث أعطى نظام الري (SD2) كفاءة إضافة 83.11% . لكن لم تكن هناك فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2).

2.3.4 تأثير مستويات الري على كفاءة الإضافة

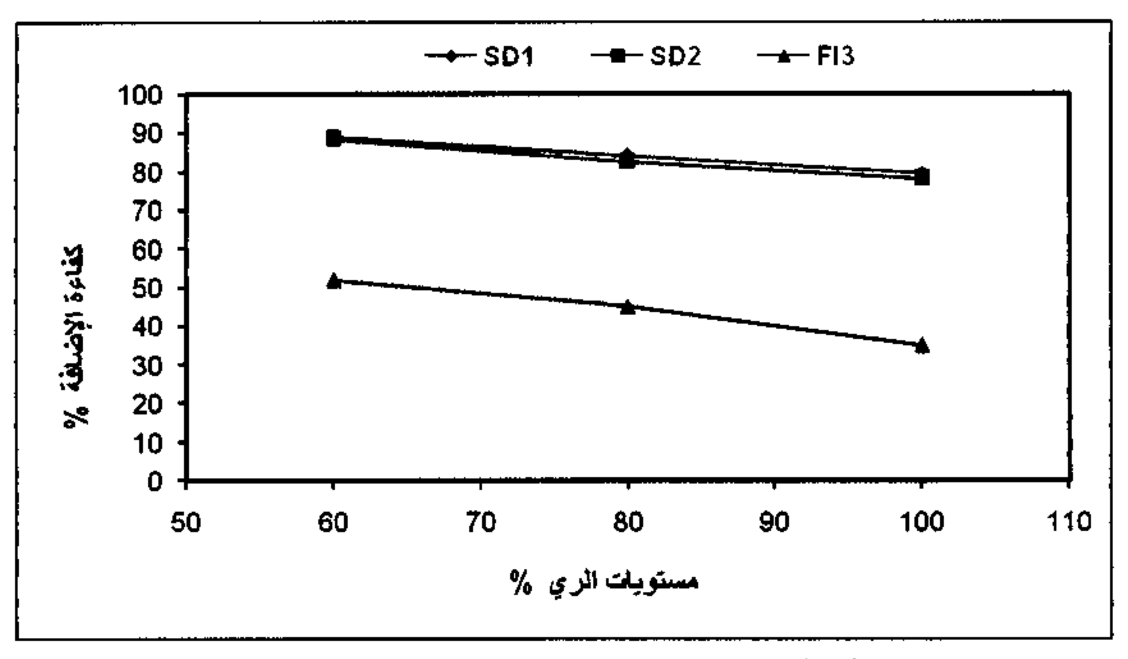
من خلال الجدول (3 – أ) يتضح أن هناك فروقاً معنوية بين متوسطات قيم كفاءة الإضافة الخاصة بمستويات الري ، حيث أعطى مستوى الري 100% أدنى كفاءة إضافة وهي 64.22% وهذه تختلف معنوياً عن كفاءة الإضافة عند مستوى الري 80% والتي

كانت 70.56% . في حين أعطى مستوى الري 60% أعلى كفاءة إضافة وهي 76.44% ويمكن تفسير ذلك عند إضافة كمية قليلة من المياه تقل فوقد المياه من رشح وتبخر وبالتالي تزيد كفاءة الإضافة.

3.3.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على كفاءة إضافة المياه

من خلال الشكل (2.4) يتضح أن كفاءة الإضافة تزداد بانخفاض مستوى الري في جميع أنظمة الري المدروسة. ويبين الشكل كذلك أن كفاءة الإضافة في حالة أنظمة الري بالتنقيط تحسنت كثيرًا بالمقارنة مع نظام الري بالخطوط. تحديدا بينت نتائج التجارب حسب الجدول(4- أ) ما يلي:

- عند مستوى ري 60%، سجل نظام الري بأنابيب التي عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) أعلى كفاءة إضافة وهي 89.00%. وهذه القيمة لا تختلف معنويا عن كفاءة الإضافة لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) والتي كانت 88.33 %. وبالمثل لا توجد فروقا معنوية بين قيم متوسطات كفاءة الإضافة لهذين النظامين عند مستويات الري 80% و 100%.
- عند جميع مستويات الري، أظهرت النتائج فروقاً بين متوسطات قيم كفاءة الإضافة الخاصة بنظام الري السطحي بالخطوط من جهة ونظام الري بأنابيب التي عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) من جهة أخرى.
- وصلت كفاءة الإضافة في نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) 52.00 % ، 45.00 % ، 35.00 % عند مستويات الري 60% ، 80% ، 100%، على التوالي.
- بلغت كفاءة الإضافة في نظام الري بأنابيب التي عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) 84.00 % عند مستوى ري 80 % ، وبلغت 79.33% عند مستوى ري 100 %.



شكل 4-2 تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإنبات

4.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على صفات نمو المحصول

1. 4.4 صفات نمو المحصول

تم جمع البيانات لبعض الصفات المورفولوجية لنبات البطاطس خلال مختلف مراحل نمو المحصول، ولكن البيانات الخاصة بمرحلة نهاية تطور المحصول هي التي تم مناقشتها ، حيث تظهر هذه البيانات تباينا واضحا في الصفات نتيجة لتعرض النبات للإجهاد الرطوبي.

2. 4.4 تأثير أنظمة الري على صفات نمو النبات

1.2.4.4 طول النبات

تم إجراء ثلاث قياسات لطول نبات البطاطس خلال الفترة الوسطية للنمو وحسبت القيمة المتوسطة ويوضح الجدول (2 – أ) وجود فروق معنوية بين قيم متوسطات طول النبات لأنظمة الري تحت الدراسة. حيث أعطى نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) أعلى قيمة لمتوسطات طول نبات البطاطس 43.38 سم بينما أعطى نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) أدنى قيم لمتوسطات طول نبات البطاطس 36.38 سم في حين أعطى نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) متوسط قيمة طول النبات 39.22 سم. ويرجع السبب في ذلك إلى تفاوت كفاءة الري بين أنظمة الري

والتي تؤثر بالتالي على النبات وتنسجم هذه النتائج مع ما توصل إليها **Rajak et al** **(2006)** والنعيم وآخرون **(2003)**

2.4.4 .2 قطر ساق النبات

من خلال الجدول (2 – أ) يتضح أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) أعطى متوسط لقطر ساق نبات البطاطس 7 مم والتي تختلف معنوياً مع نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) بينما لم يكن هناك فرقاً معنوياً مع نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) الذي أعطى متوسط لقطر ساق النبات كل منهما 6.11 مم و 6.56 مم على التوالي وتفسير ذلك أن قلة فواقد المياه بأنظمة الري بالتنقيط مع ارتفاع كفاءة الإضافة وارتفاع فواقد المياه بالري السطحي مع انخفاض كفاءة الإضافة وهذه النتائج تتطابق مع ما توصل إليها **Chun- Zhi Zeng(2008)** و **Rajak et al** **(2006)** .

4.4 .3 تأثير مستويات الري على صفات نمو نبات البطاطس

1.3.4.4 طول النبات

يوضح الجدول (1– أ) وجود فروقاً معنوية بين مستويات الري. و يتضح من جدول (3 – أ) أن مستوى الري 100% (I1) أعطى أعلى متوسط طول لنبات البطاطس وهو 44.92 سم مقارنة بالمستوى 60% (I3) الذي أعطى أدنى متوسط طول لنبات البطاطس وهو34.09 سم في حين أعطى مستوى الري 80% (I2) طول متوسط بين المستويين (I1 , I3) وهو 39.96 سم والذي اختلف معنوياً مع مستوى الري 100 % وهذه النتائج تتفق مع **Yuan et al** **(2003)** و **Rajak et al** **(2006)** و **Feng-Xin et al** **(2006)**.

2.3.4.4 قطر ساق النبات

يبين الجدول (1 – أ) وجود فروقاً معنوية بين متوسطات قطر ساق النبات عند مستويات الري تحت الدراسة. ، تبين نتائج تحليل البيانات جدول (3 – أ) تفوق مستوى الري 100% (I1)على كل من مستوى الري 80% (I2) ومستوى 60% (I3) حيث أعطى مستوى الري 100% (I1)أعلى متوسط قطر لنبات محصول البطاطس وهو7.44 مم مقارنة بالمستوى 60% (I3) الذي أعطى أدنى متوسط قطر لنبات البطاطس وهو5.22 مم في حين أعطى مستوى الري 80% (I2) قطر لساق النبات وهو 7.00 مم . ويرجع

السبب في ذلك إلى زيادة كمية المياه المضافة مع رفع مستوى الري وتقاربها مع الاحتياج المائي للنبات عند أعلى مستوى ري، مما أدى إلى زيادة معدل نمو النبات وهذه النتائج تتفق مع Chun- Zhi Zeng et al (2008)

4.4.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على صفات نمو النبات

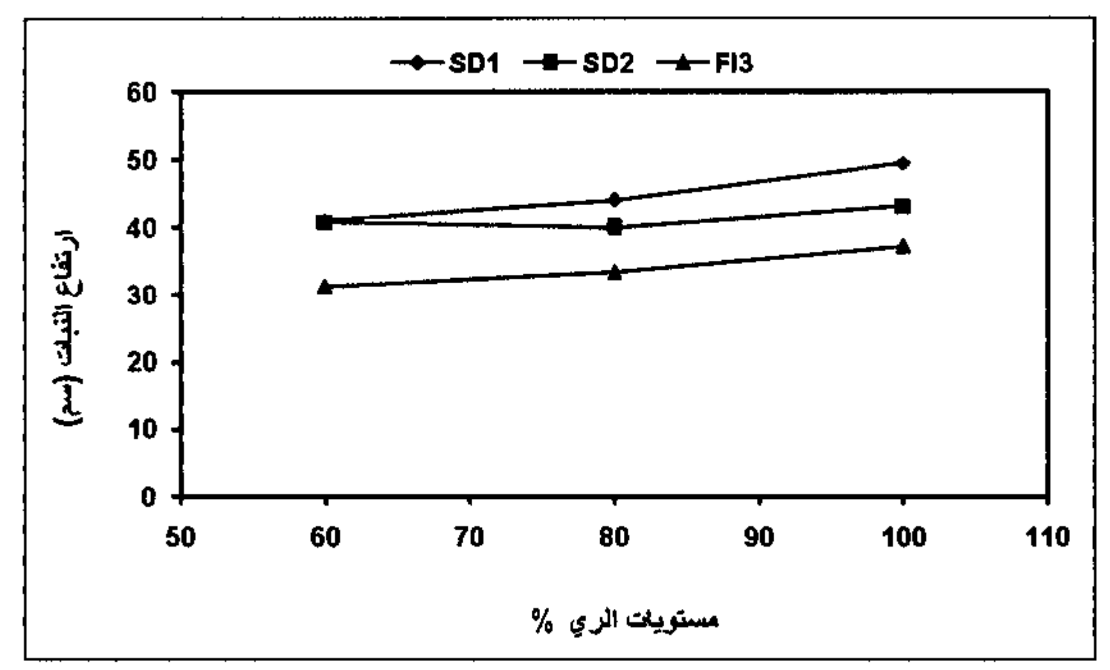
1.4.4.4 طول النبات

من الشكل (3.4) يتضح أن طول النبات يزداد بزيادة مستوى الري. ويتضح من خلال الجدول(4– أ) أن أعلى متوسط طول لنبات البطاطس 49.53 سم لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) لمستوى الري 100% (I1) والتي اختلفت معنويا عند مستوى 0.05 عن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) لمستوى الري 100% (I1) الذي أعطى متوسط طول للنبات 44.10 سم ، ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) لمستوى الري 100% (I1) الذي أعطى متوسط طول للنبات 41.13 سم . من ناحية أخرى لوحظ أن أقل متوسط طول لنبات البطاطس هو 31.37 سم لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) عند مستوى ري 60% (I3) والتي اختلفت معنوياً عند مستوى معنوية 0.05 عن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) تحت مستوى ري 60% ،ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) تحت مستوى ري 60% ، ويعزى السبب في ذلك إلى أن نظام الري (SD1) يتأثر بتذبذب الضغط وبالتالي يزيد تصريف المنقطات خلال فترة الري مما يؤثر على صفات نمو النبات بشكل ملحوظ في حين أن نظام الري (SD2) لا يتأثر بتذبذب الضغط لوجود قطعة مطاطية على المنقط تعمل على ضبط التصريف ويظل ثابتاً بينما نظام الري الري السطحي بالخطوط (FI3) تزيد فواقد المياه عن طريق الرشح والتبخر بسبب ري مساحة كبيرة في حين أن نظامي الري بالتنقيط يقتصر في ري المحصول على منطقة الجذور مما يزيد قدرة النبات على الاستفادة المياه التي يحصل عليها وكذلك يقلل فواقد المياه من تبخر أو رشح .

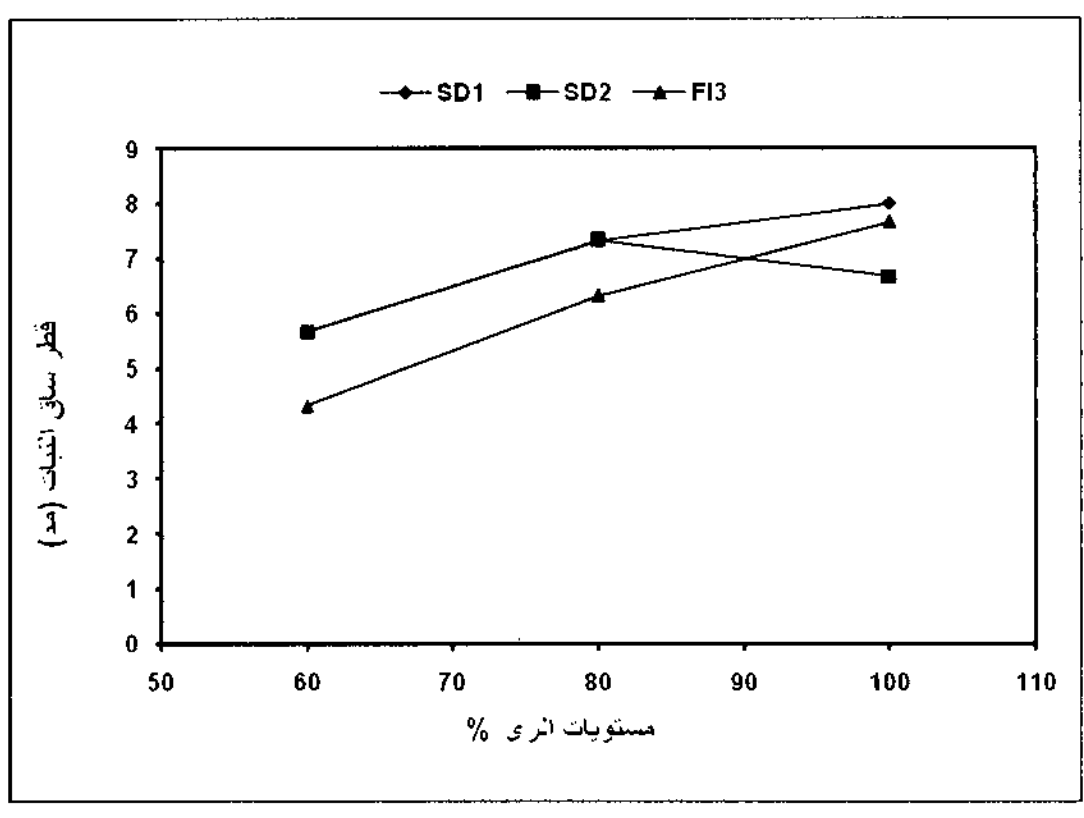
2.4.4.4 قطر الساق

من خلال الشكل (4.4) يتضح أن قطر ساق النبات يزداد بزيادة مستوى الري من 60% وحتى مستوى ري 100%، ويلاحظ من خلال الجدول (4 – أ) بعد تحليل النتائج إحصائيا أن أعلى متوسط قطر للنبات هو 8 مم لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان

اضطرابي (SD1)عند مستوى ري 100% (I1) والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) لمستوى الري 100% (I1) ، ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) لمستوى الري 100% (I1) . ويلاحظ أيضاً من خلال تحليل النتائج أن أدنى متوسط قطر لنبات البطاطس كان لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) لمستوى الري 60% (I1) والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) لمستوى الري 60% (I3) ، ولنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) عند مستوى الري 60% (I3) ، ويعزى السبب في ذلك إلى أن نظام الري بالتنقيط يقلل من التبخر من سطح التربة ويقلل أيضاً التسرب العميق لمياه الري مما يقلل الفواقد ويحسن استفادة النبات من المياه.



شكل 4-3 تأثير أنظمة ومستويات الري على طول نبات البطاطس سم



شكل 4-4 تأثير أنظمة ومستويات الري على قطر ساق نبات البطاطس مم

5.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإزهار

1.5.4 تأثير أنظمة الري على كفاءة الإضافة

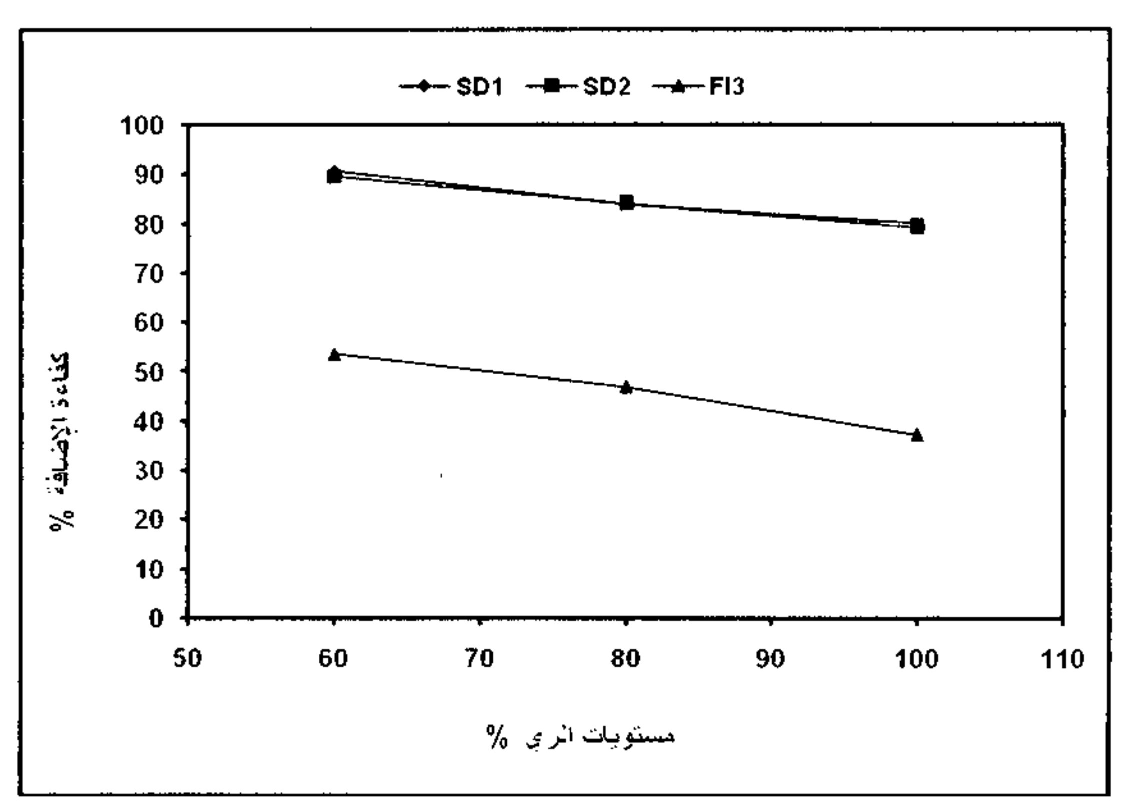
من خلال الجدول (6 – أ)، يلاحظ أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) أعطى متوسط كفاءة إضافة 84.89 % والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) والذي أعطى متوسط كفاءة إضافة 84.33 % لكن لوحظ وجود فروقاً معنوية بين نظامي الري (SD1) و (SD2) ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) والذي أعطى أدنى متوسط كفاءة إضافة 46.00 % .

2.5.4 تأثير مستويات الري على كفاءة الإضافة

يوضح الجدول (7 – أ)، فروقاً معنوية بين مستويات الري. حيث لوحظ أن مستوى الري 60 % حقق أعلى متوسط كفاءة إضافة وهي 78.00 % في حين أعطى مستوى الري 100 % أدنى متوسط كفاءة إضافة وهي 65.56 %، بينما أعطى مستوى الري 80 % متوسط كفاءة إضافة 71.67 %.

3.5.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على كفاءة الإضافة

يبين الجدول (8 – أ) أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) تحت مستوى ري 60 % حقق أعلى متوسط كفاءة إضافة 90.67 % والتي لم تختلف معنوياً عن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) تحت نفس مستوى الري، والذي أعطى متوسط كفاءة إضافة 89.67 %. بينما وجدت فروقاً معنوية مع نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) عند مستوى ري 60% والذي أعطى متوسط كفاءة إضافة 53.67 %. كما يلاحظ وجود فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) تحت مستوى ري مستوى ري 100 % ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) عند مستوى ري 100 % حيث أعطى كل منهما كفاءة إضافة 80.00 % و 37.33 % على التوالي. ويلاحظ من خلال الشكل (5.4) زيادة كفاءة الإضافة مع انخفاض مستوى الري.



شكل 4-5 تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإزهار

6.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على طول درنة البطاطس

1.6.4 تأثير أنظمة الري على طول درنة البطاطس

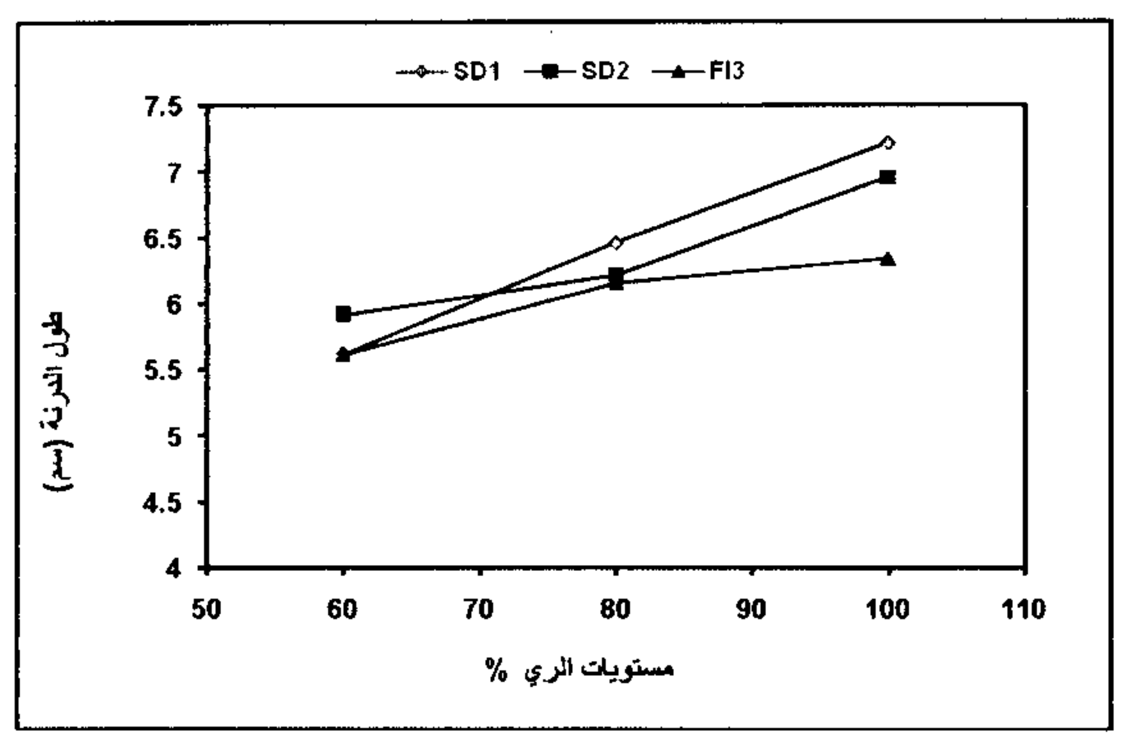
من خلال الجدول (6 – أ) يتضح أنه لم توجد فروقاً معنوية بين أنظمة الري(SD1) و (SD2) و (FI3)على طول درنة البطاطس. حيث حقق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) متوسط طول لدرنة البطاطس 6.43 سم، بينما أعطى نظام الري السطحي بالخطوط (FI 3) متوسط طول لدرنة البطاطس 6.04 سم. وقد أعطى نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) طول لدرنة البطاطس 6.37 سم والتي لم تختلف معنوياً عن أنظمة الري الأخرى .

2.6.4 تأثير مستويات الري على طول درنة البطاطس

يبين الجدول (7– أ) وجود فروقاً معنوية بين مستويات الري فيما يتعلق بطول درنة البطاطس. حيث أعطى مستوى الري 100% أعلى متوسط طول لدرنة البطاطس وهو 6.84 سم في حين أعطى مستوى الري 60% أدنى متوسط لطول درنة البطاطس وهو 72.5 سم، بينما سجل مستوى الري 80% متوسط لطول درنة البطاطس وهو 6.28 سم.

3.6.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على طول درنة البطاطس

من خلال الجدول (8 – أ) يلاحظ أن أعلى متوسط طول لدرنة البطاطس كان لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) تحت مستوى ري 100% وهو 7.22 سم، ولا توجد فروقاً معنوية بين هذا المتوسط وبين متوسط طول درنة البطاطس في حالة نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) تحت مستوى ري 100% والذي أعطى متوسط طول لدرنة البطاطس 6.96 سم ونظام الري السطحي بالخطوط (FI 3) الذي أعطى أدنى متوسط طول لدرنة البطاطس 6.34 سم. وهذه النتائج تعني أنه لا يوجد تأثير لتداخل أنظمة ومستويات الري على طول درنة البطاطس .



شكل 4-6 تأثير أنظمة ومستويات الري على طول درنة البطاطس

7.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على وزن الدرنة

1.7.4 تأثير أنظمة الري على وزن الدرنة

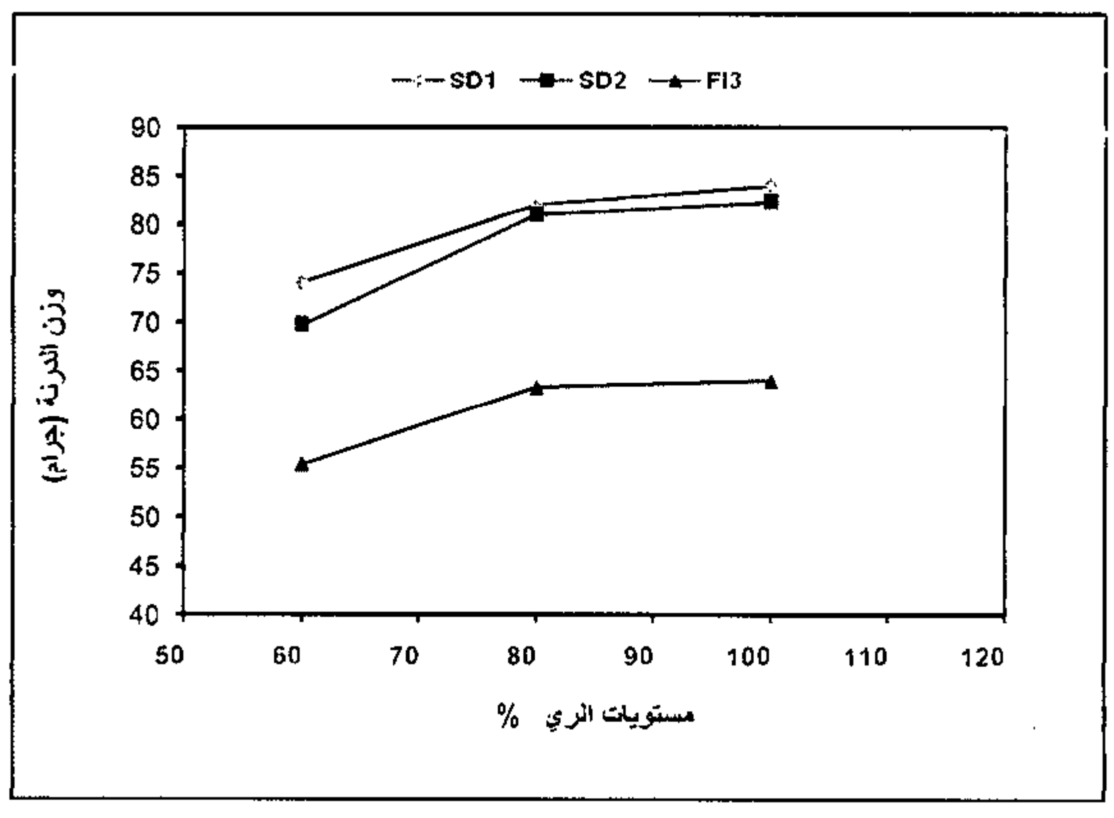
من خلال الجدول (6 – أ) يتضح عدم وجود فروقاً معنوية بين نظامي الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) والذي أعطى متوسط وزن لدرنة البطاطس 76.89جم ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) والذي أعطى متوسط وزن لدرنة البطاطس 75.56 جم. بينما كانت هناك فروقاً معنوية بين نظامي الري (SD1) و (SD2) ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) والذي أعطى وزن لدرنة البطاطس 66.33 جم ويمكن تعليل زيادة وزن درنة البطاطس بنظام(SD1) مقارنة بنظام(FI3) إلى أن نظام (SD1) يعطي احتياجات الري بدقة عالية وبكفاءة ري عالية عند منطقة الجذور بينما نظام الري (FI3) فإن فواقد المياه عن طريق التبخر والرشح على جانب انخفاض كفاءة الري مما يؤثر في نمو النبات.

2.7.4 تأثير مستويات الري على وزن درنة البطاطس

في مختلف أنظمة الري والموضح في الجدول (7 – أ) يلاحظ عدم وجود فروقاً معنوية بين مستوى الري 100% ومستوى الري 80% بالنسبة لوزن درنة البطاطس حيث أعطى مستوى الري 100% متوسط وزن لدرنة البطاطس 80.11 جم بينما أعطى مستوى الري 80% متوسط وزن لدرنة البطاطس 77.78 جم. لكن لوحظ أن هناك فروقاً معنوية بين مستوى الري 100% ومستوى الري 80% مع مستوى الري 60% حيث سجل مستوى الري 60% أدنى متوسط وزن لدرنة البطاطس وهو 60.89 جم.

3.7.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على وزن درنة البطاطس

من خلال الجدول (8 – أ) يلاحظ أن أعلى متوسط وزن لدرنة البطاطس كان لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) تحت مستوى ري 100% الذي أعطى متوسط وزن لدرنة البطاطس 84 جم. في حين أعطى نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تحت مستوى ري 60% أدني وزن لدرنة البطاطس وهو 55.33 جم. ويلاحظ من الشكل (4-7) زيادة متوسط وزن الدرنة بزيادة مستوى الري ويلاحظ أيضاً عدم وجود فروقاً معنوية في تداخل أنظمة الري مع مستويات الري.



شكل 4-7 تأثير أنظمة ومستويات لري على وزن درنة البطاطس

8.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على إنتاجية محصول البطاطس

1.8.4 تأثير أنظمة الري على إنتاجية محصول البطاطس

من خلال الجدول (10 – أ) وبعد التحليل الإحصائي يلاحظ أنه لا توجد فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) . حيث أعطى نظام الري (SD1) متوسط إنتاجية 21416 كجم / هـ بينما أعطى نظام الري (SD2) متوسط إنتاجية 21104 كجم / هـ. لكن أوضحت التحليلات الإحصائية وجود فروقاً معنوية بين نظام الري (SD1) ونظام الري (SD2) مع نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) حيث أعطى نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) أدنى متوسط إنتاجية وهي 18207 كجم / هـ مقارنة بالنظامين الآخرين.

2.8.4 تأثير مستويات الري على إنتاجية محصول البطاطس

في مختلف أنظمة الري، يلاحظ من الجدول (11– أ) وجود فروقاً معنوية بين مستويات الري حيث أعطى مستوى الري 100% أعلى متوسط إنتاجية وهي 23431 كجم / هـ. بينما أعطى مستوى الري 60% أدنى متوسط إنتاجية وهي 16776 كجم / هـ . لكن مستوى الري 80 % أعطى متوسط إنتاجية وهي 20519 كجم/هـ .

وقد تم استنباط علاقة خطية بين إنتاجية محصول البطاطس ومستويات الري وكانت كالتالي:

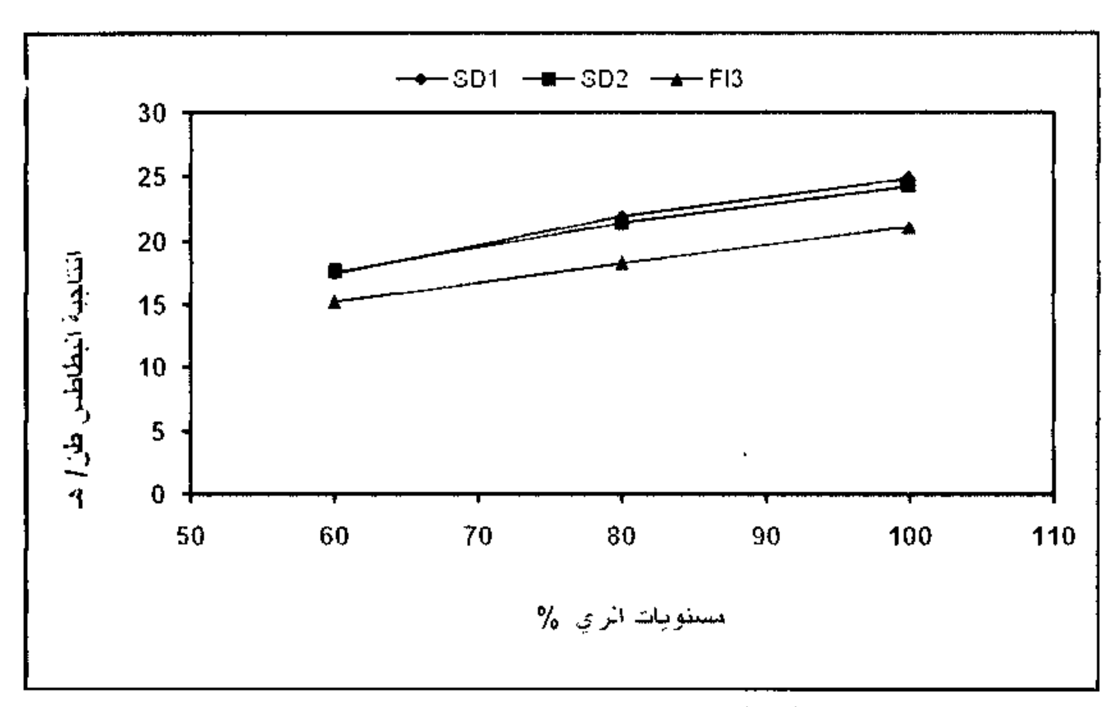
$$Y= 166.3(I) + 6933 \qquad R^2 = 0.744 \qquad (1.4)$$

ويتبين من هذه المعادلة أن زيادة مستوى الري بمقدار 1 % يؤدي إلى زيادة في إنتاجية محصول البطاطس بمقدار 166.3 كجم / هـ ويلاحظ من الجدول (13- أ) وجود علاقة ارتباط طردية بين إنتاجية محصول البطاطس ومستويات الري حيث كان معامل الارتباط 0.86 .

3.8.4 تأثير التداخل أنظمة ومستويات الري على إنتاجية محصول البطاطس

يبين الجدول (12 – أ) أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) تحت مستوى ري 100% سجل أعلى متوسط إنتاجية وهي 24896 كجم/ هـ، والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) عند نفس مستوى الري والذي أعطى متوسط إنتاجية 24282 كجم/هـ. كما أنه لم يكن هناك فروقاً

معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تحت مستوى ري 100 % الذي أعطى متوسط إنتاجية وهي 21115 كجم/هـ. كما أعطى نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) أدنى متوسط إنتاجية وهي15259 كجم/هـ عند مستوى ري 60 % وقد أعطى نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) متوسط إنتاجية لمحصول البطاطس 17596 كجم / هـ عند نفس مستوى الري . ويلاحظ من الشكل (4-8) زيادة الإنتاجية بزيادة مستوى الري وتحسن الإنتاجية بين نظامي الري بالتنقيط (SD1) و (SD2) مقارنة مع نظام الري السطحي بالخطوط(FI3).



شكل 4-8 تأثير أنظمة ومستويات الري على إنتاجية محصول البطاطس

9.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على الاستهلاك المائي

1.9.4 تأثير أنظمة الري على الاستهلاك المائي

يوضح الجدول (10- أ) عدم توجد فروقاً معنوية بين نظامي الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) ، في حين لوحظ وجود فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) حيث سجل نظام الري السطحي

بالخطوط أعلى متوسط استهلاك مائي وهو 493 مم. وسجل نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) أدنى استهلاك مائي وهو 320 مم .

2.9.4 تأثير مستويات نظام الري على الاستهلاك المائي

في أنظمة الري المدروسة ، يوضح الجدول (11 – أ) وجود فروقاً معنوية بين مختلف مستويات الري حيث أعطى مستوى الري 100% أعلى متوسط استهلاك مائي وهو 472 مم بينما سجل مستوى الري 60% اقل متوسط استهلاك مائي وهو 283 مم في حين أعطى مستوى الري 80% متوسط استهلاك مائي وهو 377 مم.

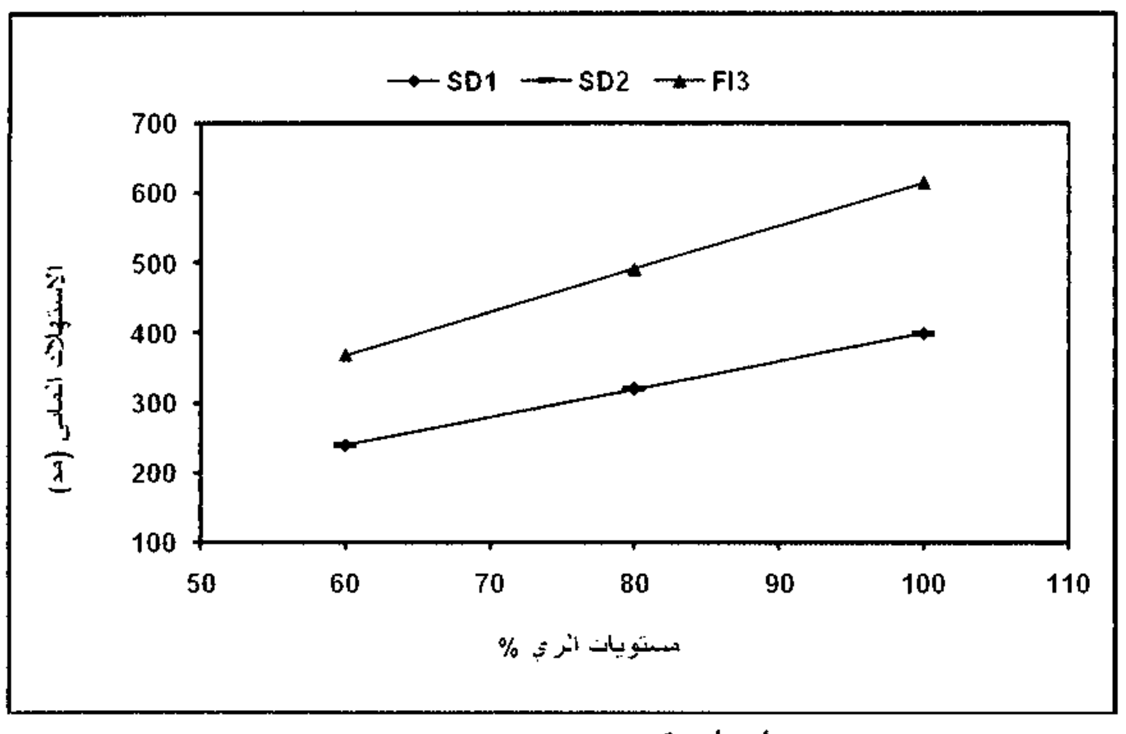
وقد تم استنباط علاقة خطية بين الاستهلاك المائي ومستويات الري وكانت كالتالي:

$W = 4.716y - 0.004$ $R^2 = 0.463$ ....(2.4)

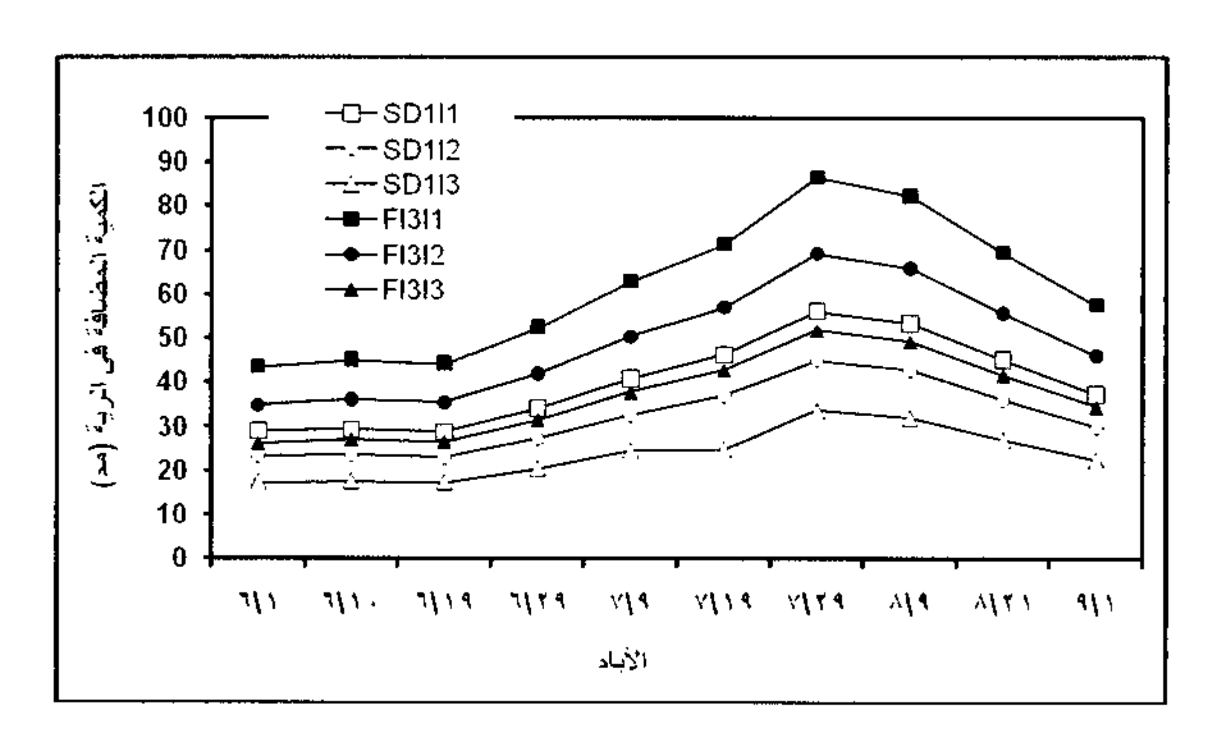
ويتبين من المعادلة السابقة أن زيادة مستوى الري بمقدار 1 % يؤدي إلى زيادة في معدل الاستهلاك المائي 4.716 مم ، كما يلاحظ من الجدول (13– أ) وجود علاقة ارتباط طردية بين معدل الاستهلاك المائي ومستويات الري حيث كان معامل الارتباط 0.68 .

3.9.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على الاستهلاك المائي

من خلال الشكل (4-9) يلاحظ أن الاستهلاك المائي لمحصول البطاطس يزداد بزيادة مستوى الري ومن خلال الجدول (12– أ) يلاحظ وجود فروقاً معنوية بين تداخل أنظمة ومستويات الري حيث سجل أعلى متوسط استهلاك مائي نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تحت مستوى ري 100% وهو 615 مم والذي اختلف معنويا عن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان عليها مضطرب(SD1) تحت مستوى ري 100% حيث أعطى متوسط استهلاك مائي 400 مم. في حين أن أدنى استهلاك مائي كان لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) تحت مستوى ري 60% وهو 240 مم و يوضح الشكل (4 -10) الريات المضافة خلال الموسم ومدى التفاوت بين مختلف الأنظمة في الريات حسب الجدول(7–ب).



شكل 4-9 تأثير أنظمة ومستويات الري على الاستهلاك المائي



شكل 4-10 كميات المياه المضافة خلال الموسم حسب أنظمة ومستويات الري (مم)

10.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة استخدام المياه

1.10.4 تأثير أنظمة الري على كفاءة استخدام المياه

يبين الجدول (10– أ) نتائج التحليل الإحصائي لبيانات التجربة والتي توضح عدم وجود فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2). في حين أوضحت النتائج وجود فروقاً معنوية بين نظامي الري (SD1) و (SD2) ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) حيث أعطى نظام الري (SD1) أعلى متوسط كفاءة استخدام للمياه وهي 6.8 كجم / م3 ، بينما سجل نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) أدنى متوسط كفاءة استخدام للمياه وهي 3.8 كجم / م3 في حين أعطى نظام الري (SD2) متوسط كفاءة استخدام للمياه 6.7 كجم / م3.

2.10.4 تأثير مستويات الري على كفاءة استخدام المياه

من خلال الجدول (11 – أ)، وفي مختلف أنظمة الري ، يتضح وجود فروقاً معنوية في كفاءة استخدام المياه بين مستويات الري المختلفة . حيث أعطى مستوى الري 60 % أعلى متوسط كفاءة استخدام المياه وهي 6.3 كجم / م3 والتي اختلفت معنوياً عن مستوى الري 100 % الذي أعطى أدنى متوسط كفاءة استخدام المياه وهي 5.3 كجم / م3 بينما سجل مستوى الري 80 % متوسط كفاءة استخدام للمياه وهي 5.8 كجم / م3 .

وقد تم استنباط علاقة خطية بين الاستهلاك المائي ومستويات الري وكانت كالتالي:

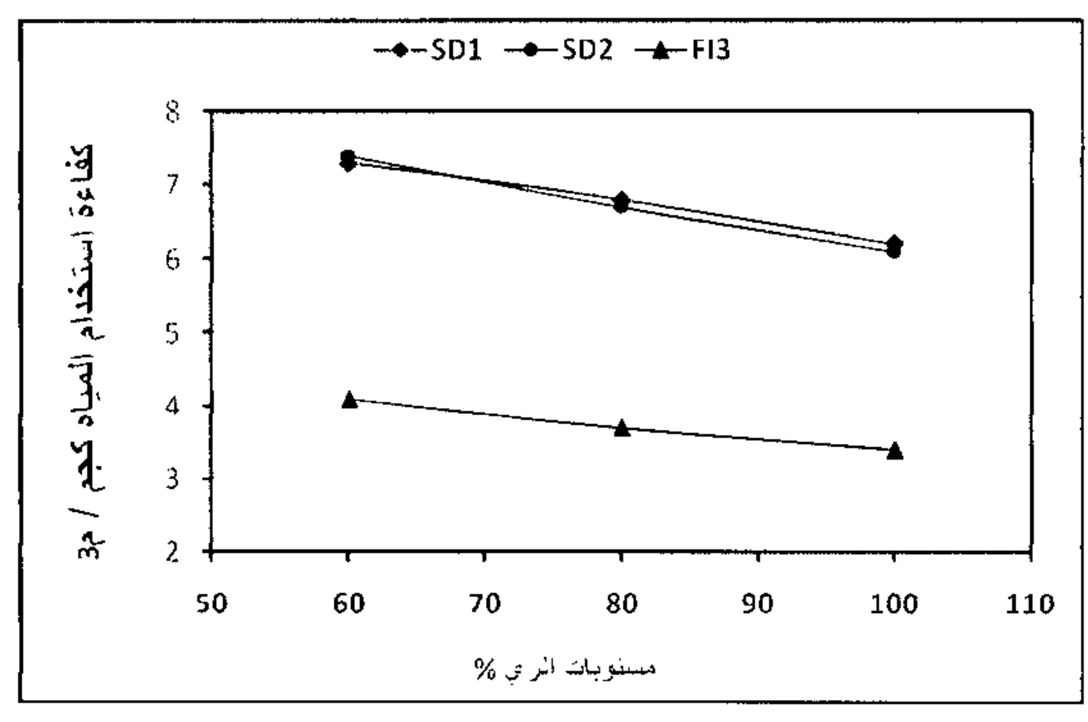
$$WUE = -0.026\,(I) + 7.844 \qquad R^2 = 0.080 \quad \text{..........................(3.4)}$$

تؤدي الزيادة في مستوى الري بمقدار 1 % إلى انخفاض في كفاءة استخدام المياه بمقدار 0.026 كجم / م3 ويلاحظ من خلال الجدول (36– أ) وجود علاقة ارتباط عكسية بين كفاءة استخدام المياه ومستوى الري حيث كانت قيمة معامل الارتباط –0.28 .

3.10.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على كفاءة استخدام المياه

يلاحظ من الشكل (4-11) أن كفاءة استخدام المياه تزداد عند انخفاض مستوى الري وتنخفض مع زيادة مستوى الري. ويتضح من الجدول (12 – أ) أن أعلى كفاءة استخدام للمياه كان لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) تحت مستوى ري 60 % حيث أعطى كفاءة استخدام للمياه 7.4 كجم / م3 والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) الذي أعطى متوسط كفاءة استخدام للمياه

عند نفس مستوى الري 7.3 كجم / م3 بينما أعطى نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تحت نفس مستوى الري أدنى كفاءة استخدام للمياه 4.1 كجم / م3.



شكل 4-11 تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة استخدام المياه كجم /م٣

11.4 العلاقة بين إنتاجية محصول البطاطس والاستهلاك المائي خلال الموسم لمختلف أنظمة الري

يوضح الشكل (4 -12) علاقة خطية إنتاجية محصول البطاطس وكمية المياه المضافة خلال الموسم لمختلف أنظمة الري كما يلي :

– بالنسبة لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1)

$Y = 46.38X(SD1) + 6572$ $R^2 = 0.95$.................(4.4)

وكذلك لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2)

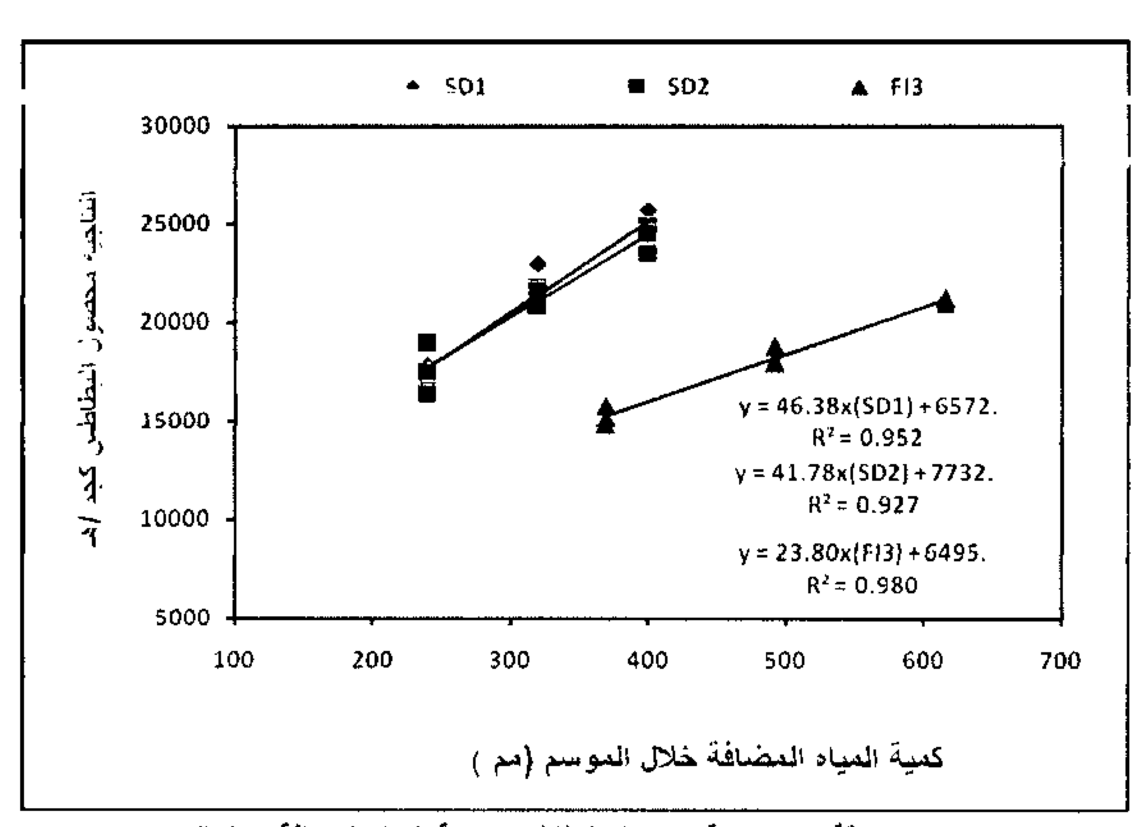
$Y = 41.78X(SD2) + 7732$ $R^2 = 0.9$.................(5.4)

وبالنسبة لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) كما يلي

$Y = 23.80X(FI3) + 6495$ $R^2 = 0.98$............(6.4)

وفقاً للمعادلات السابقة يتضح زيادة الإنتاجية لكل وحدة من المياه المضافة بمعدل 46.38 كجم / هـ بالنسبة لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1).

بينما تزيد الإنتاجية بالنسبة لكل وحدة من المياه المضافة بمعدل 41.78 كجم / هـ بالنسبة لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) لكن تزيد الإنتاجية بالنسبة لكل وحدة من المياه المضافة بمعدل 23.80 كجم / هـ بالنسبة لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) ويتضح مما سبق أن أدنى معدل في زيادة الإنتاجية لكل كمية من المياه المضافة كان لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3). كما يلاحظ أن أعلى كفاءة استخدام للمياه بأقل استهلاك مائي وإنتاجية أعلى كان لأنظمة الري بالتنقيط ويعود السبب في ذلك إلى أن الري بالمنقطات يقلل من فواقد التبخر والرشح العميق ويعطي النبات الاحتياجات المائية بأقل فواقد.



شكل 4-12 العلاقة بين إنتاجية محصول البطاطس وكمية المياه المضافة خلال الموسم

12.4تأثير أنظمة ومستويات الري على نسبة المادة الجافة في النبات

1.12.4 تأثير أنظمة الري على نسبة المادة الجافة في النبات

يلاحظ من خلال الجدول (15- أ) وجود فروقاً معنوية بين أنظمة الري فيما يتعلق بنسبة المادة الجافة. حيث يتضح من الجدول (16 – أ) وجود فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) الذي أعطى أدنى متوسط نسبة للمادة الجافة 22.67 % ونظام الري السطحي بالخطوط (FI3) الذي أعطى أعلى متوسط نسبة للمادة الجافة وهي 27 % لكن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) أعطى متوسط نسبة للمادة الجافة 23.44 % والتي اختلفت معنوياً مع نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) ولم تختلف معنوياً مع نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ويعزى السبب في ذلك إلى ارتفاع نسبة المحتوى المائي في الكتلة العضوية للنبات في نظام الري آنف الذكر وانخفاض نسبة المحتوى المائي في الكتلة العضوية للنبات في نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) .

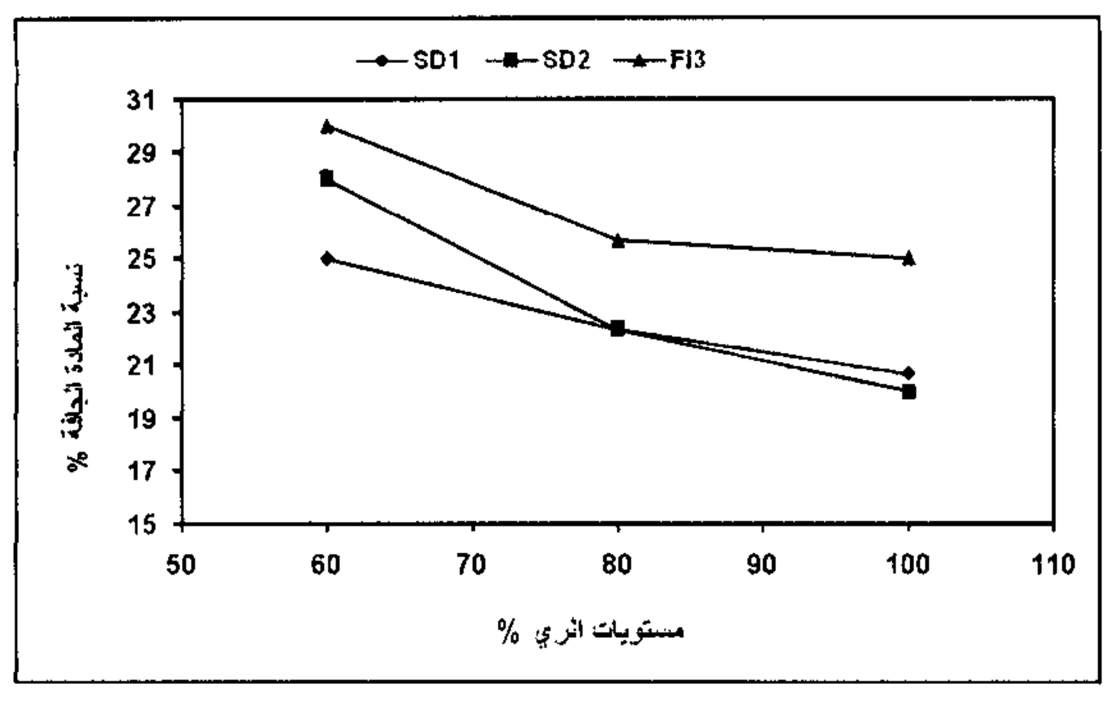
2.12.4 تأثير مستويات الري على نسبة المادة الجافة في النبات

يتضح من الجدول (17- أ)،لمختلف أنظمة الري وجود فروقاً معنوية بين مستوى الري 60% الذي أعطى متوسط نسبة للمادة الجافة 27.78 % ومستوى الري 100% الذي أعطى أقل متوسط لنسبة المادة الجافة 21.89 % ومستوى الري 80% الذي أعطى متوسط للمادة الجافة 23.44 % لكن لم يكن هناك فرقاً معنوياً بين مستوى الري 100% ومستوى الري 80% ويعزى السبب في ذلك إلى أن المحتوى المائي في النبات مرتفعة في مستوى الري 100% وبالتالي تقل نسبة المادة الجافة مقارنة مع مستوى الري 60% الذي يقل فيها المحتوى المائي وبالتالي تزيد نسبة المادة الجافة .

3.12.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على نسبة المادة الجافة في النبات

من خلال الشكل(4-13) يلاحظ زيادة نسبة المادة الجافة مع انخفاض مستوى الري. ومن خلال الجدول (15- أ) يتضح عدم وجود فروقاً معنوية في التداخل بين أنظمة ومستويات الري ويلاحظ من الجدول (18 – أ) أن أعلى متوسط نسبة للمادة الجافة كانت لنظام الري السطحي (FI3) تحت مستوى ري 60% وهي 30.33% مقارنة بنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) تحت نفس مستوى الري والذي أعطى أدنى متوسط

نسبة للمادة الجافة وهي 25%. في حين أعطى نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) تحت مستوى ري 60% متوسط نسبة للمادة الجافة 28 % .



شكل 4-13 تأثير أنظمة ومستويات الري على نسبة المادة الجافة

13.4 تأثير أنظمة ومستويات الري على ملوحة التربة

تم جمع عينات التربة على عمق 20 سم بعد حصاد محصول البطاطس لجميع معاملات التجربة وقد تم التحليل بعمل مستخلص لمحلول التربة بنسبة (1 :2) تربة إلى ماء كما تم قياس الملوحة للتربة بدلالة درجة التوصيل الكهربي بين الأملاح معبراً عنها بوحدة (مليموز/سم) وقد وكانت نتائج القياسات لملوحة التربة بعد تحليلها إحصائياً كما يلي:

1.13.4 تأثير أنظمة الري على ملوحة التربة

يوضح الجدول (15 – أ) وجود فروقاً معنوية في ملوحة التربة عند أنظمة الري الثلاثة. ويتضح من الجدول (16 – أ) أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) أعطى أعلى ملوحة للتربة على عمق 20 سم وهي 0.44 مليموز / سم، بينما أعطى نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) أدنى متوسط ملوحة للتربة وهي 0.29 مليموز / سم. في حين سجل نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ملوحة للتربة 0.33 مليموز / سم. ويعزى السبب في ذلك إلى أن نظام الري السطحي بالخطوط (FI3)

يعمل على غسل الأملاح من الطبقة السطحية للتربة بينما يعمل نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) على تجمع الأملاح على جوانب المنقطات على سطح التربة، ويعمل نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) على غسل جزء من الأملاح في قطاع التربة وتجمع جزء من الأملاح على جوانب المنقطات كما أن نظام الري(SD1) يتأثر بتذبذب الضغط الداخل من الشبكة وبالتالي معدل تصريف المنقطات مما يعمل على غسل الأملاح بينما نظام الري(SD2) لا يتأثر بتذبذب ضغط حيث يوجد به قطعة مطاطية (قد تتأثر مع مرور الزمن حسب الجهة المصنعة) تعمل على تنظيم تصريف المنقطات ويظل التصريف ثابتاً ، ويمكن إرجاع السبب أيضاً إلى اختلاف التربة ونوعية المياه وفترة استغلال التربة ونوع المحصول ، وهناك حاجة لمزيد من الأبحاث لتقييم تأثير أنظمة الري على ملوحة التربة .

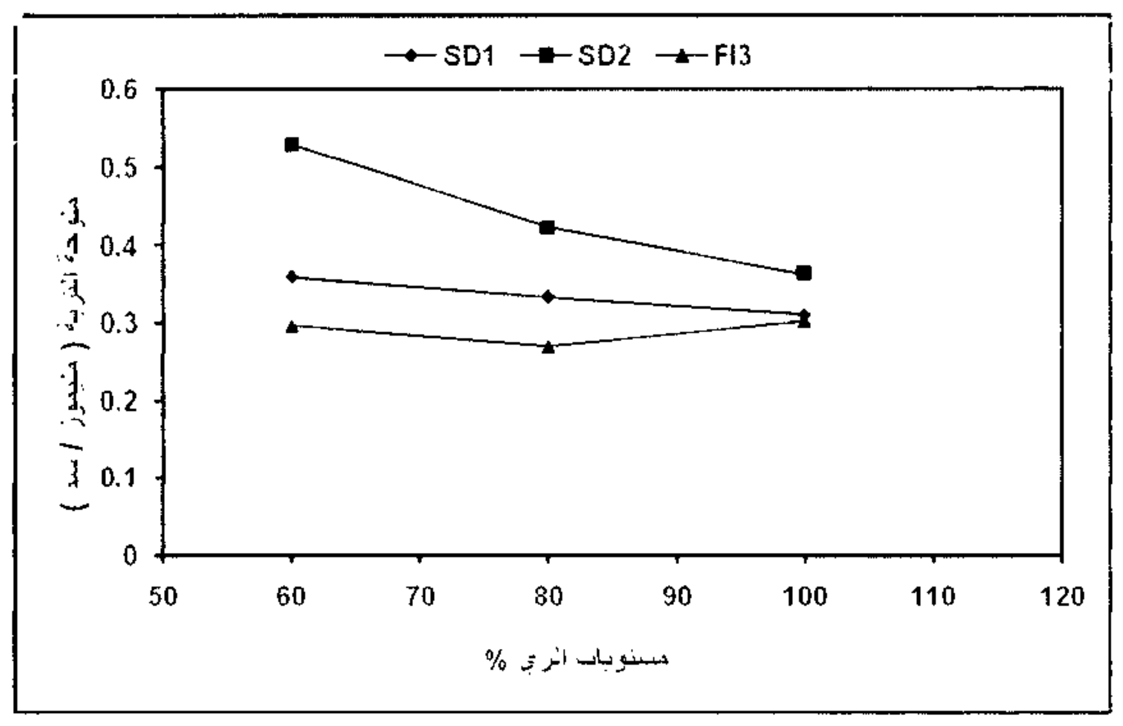
2.13.4 تأثير مستويات الري على ملوحة التربة

من خلال الجدول (17 – أ)، وفي مختلف أنظمة الري، يتضح وجود فروقاً معنوية بين مستويات الري حيث أن أعلى متوسط لملوحة التربة في الطبقة السطحية للتربة من (0–20 سم)عمق (عمق الطبقة السطحية) كان لمستوى الري 60 % حيث كان 0.40 مليموز / سم بينما أعطى مستوى الري 100 % ادني متوسط ملوحة للتربة وهو 0.33 مليموز / سم. وأعطى مستوى الري 80 % متوسط ملوحة للتربة 0.34 مليموز / سم. ويعزى السبب في ذلك إلى اختلاف في كميات المياه المضافة حسب مستويات الري فمستوى الري 60 % يؤدي إلى تجمع الأملاح في الجزء السطحي للتربة في حين أن مستوى الري 100% يعمل على غسل الأملاح من الطبقة السطحية للتربة .

3.13.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على ملوحة التربة

من خلال الشكل (4-14) يلاحظ انخفاض متوسط الملوحة مع زيادة مستوى الري، ومن خلال الجدول (18 – أ) يتضح أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) تحت مستوى ري 60% تسبب في أعلى متوسط لملوحة التربة وهي 0.530 مليموز / سم، والتي اختلفت معنوياً عن نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تحت مستوى ري 60 % التي أعطت أدنى متوسط ملوحة للتربة وهي 0.297 مليموز / سم. كما أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) تحت مستوى ري 100 % أعطى متوسط

لملوحة التربة وهو 0.360 مليموز / سم، والتي اختلفت معنوياً مع نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تحت مستوى ري 100% التي أعطت متوسط لملوحة التربة 0.303 مليموز / سم بينما لم تختلف معنويا مع متوسط ملوحة التربة لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) عند مستوى ري 100 % والتي كانت 0.310 مليموز/سم.



شكل 4-14 تأثير أنظمة ومستويات الري على ملوحة التربة

14.4تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة الإضافة في مرحلة تمام النمو والنضج

1.14.4 تأثير أنظمة الري على كفاءة الإضافة

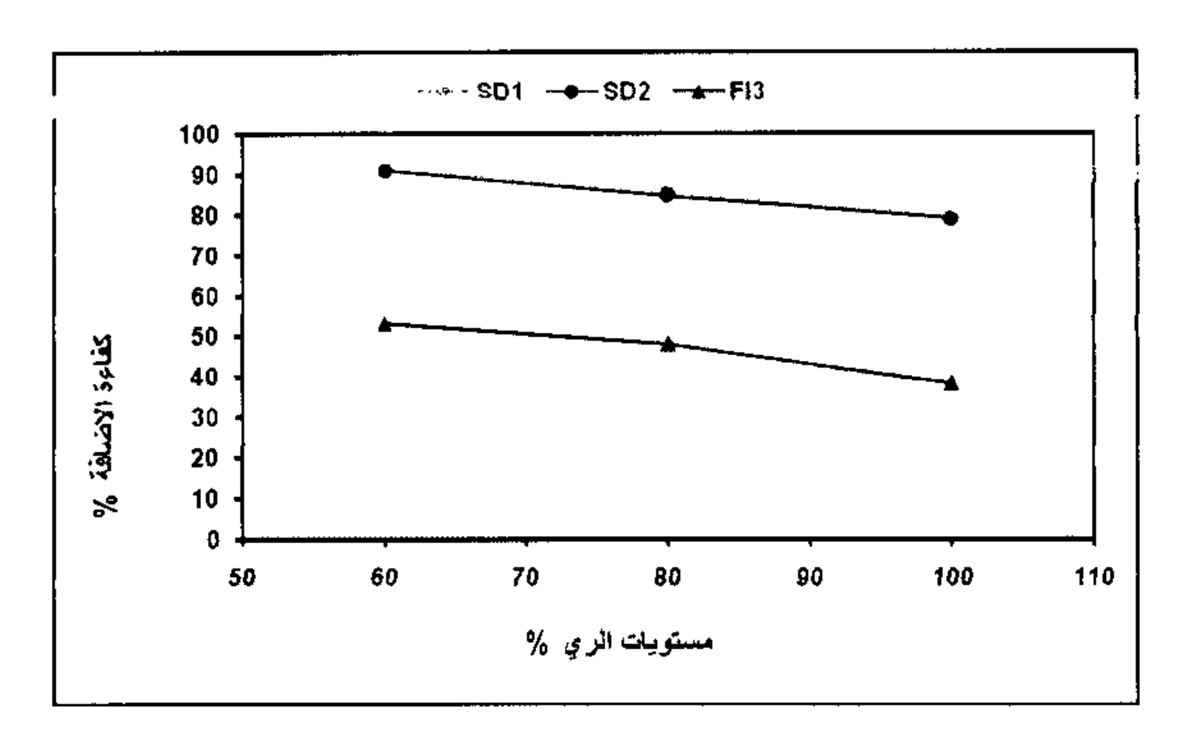
يبين الجدول (16 – أ) عدم وجود فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) الذي أعطى متوسط كفاءة إضافة 85.22 % ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) الذي أعطى متوسط كفاءة إضافة 84.89 %. لكن لوحظ وجود فروقاً معنوية مع نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) الذي أعطى أدنى متوسط كفاءة إضافة وهي 46.44 % مع كل من نظام الري (SD1) ونظام الري (SD2) .

2.14.4 تأثير مستويات الري على كفاءة الإضافة

يلاحظ من الجدول (17 – أ)، وفي مختلف أنظمة الري أن مستوى الري 60 % حقق أعلى متوسط كفاءة إضافة وهي 78.44 % والتي أظهرت فروقاً معنوية مع مستوى الري 100 % الذي أعطى أدنى متوسط كفاءة اضافة وهي 65.56%. بينما أعطى مستوى الري 80 % متوسط كفاءة إضافة وهي 72.56 %.

3.14.4 تأثير التداخل بين أنظمة ومستويات الري على كفاءة الإضافة

من خلال الشكل (4 -14) يلاحظ أن زيادة مستوى الري يؤدي إلى خفض كفاءة الإضافة. ويلاحظ من الجدول (18 – أ) أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) تحت مستوى ري 60% أعطى أعلى متوسط كفاءة إضافة 91.33 % والتي لم تختلف معنوياً مع نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) عند نفس مستوى الري والذي اعطى متوسط كفاءة إضافة00.91 %. وللمقارنة أعطى نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تحت مستوى ري 100 % أدنى متوسط كفاءة إضافة 38.33%. كما لم تلاحظ اختلافات معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) تحت مستوى ري 80 % ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) عند نفس مستوى الري، بينما توجد فروقاً معنوية بين نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) عند مستوى ري 100 % الذي سجل متوسط كفاءة إضافة 79.33 % مقارنة مع نظام الري السطحي بالخطوط (FI3)" عند نفس مستوى الري حيث سجل متوسط كفاءة اضافة 38.33% .



شكل 4-15 تأثير أنظمة ومستويات الري على كفاءة الإضافة خلال مرحلة النضج

15.4 مقارنة أنظمة ومستويات الري من ناحية كفاءة استخدام المياه

1.15.4 أنظمة الري

يوضح جدول (10- أ) تفوق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) في إنتاجية المحصول بنسبة 14.98 % ، وتفوق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) في إنتاجية المحصول بنسبة 13.79 %. مما نستخلص أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) الأفضل من ناحية إنتاجية المحصول مقارنة بنظام الري السطحي (FI3) .

كما يوضح الجدول (10- أ) تفوق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) في كفاءة استخدام المياه بنسبة 44.12% وتفوق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) في كفاءة استخدام المياه بنسبة 43.28 % ونستنتج من ذلك أن أنظمة الري بالتنقيط هي الأفضل في كفاءة استخدام المياه.

2.15.4 مستويات الري

يبين التحليل في الجدول (11– أ) تفوق مستوى الري 100 % (I1) على مستوى الري 80 % (I2) في إنتاجية المحصول بنسبة 12.43 % لمختلف أنظمة الري . لكن وفي حالة وجود ندرة في المياه أو طول تكاليف المياه فأن خسارة ما نسبته 12.43 % من انتاجية المحصول تعتبر هامشية مقارنة مع توفير نسبة 20% من كميات المياه المضافة.

كما يوضح الجدول (11– أ) تفوق مستوى الري 60% في كفاءة استخدام المياه على مستوى الري 80% ، ومستوى الري 100% بنسبة 7.9 % ، 15.87 % على التوالي. ولكن لا ينصح بتطبيق مستوى الري 60% لأن الإنتاجية تقل بشكل كبير بنسبة تصل إلى 30% ، إلى جانب أن الدرنات تكون صغيرة وغير مرغوبة للمستهلك . ونستخلص مما سبق أن مستوى الري 80% هو الأفضل في حالة ظروف المناطق الجافة وشبه الجافة وفي حالة وجود ندرة في المياه .

3.15.4 التداخل بين أنظمة ومستويات الري

يمكن الرجوع إلى النتائج الموضحة في الجدول (12 – أ) ومن الجدول يمكن استنباط عدد من الاستنتاجات وعلى النحو التالي:

- في حالة نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) تفوق مستوى ري 100 % على مستوى ري 80 % بنسبة 12 % في الإنتاجية الكلية للمحصول نهاية الموسم.
- وفي حالة نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تفوق مستوى ري 100 % على مستوى ري 80 % بنسبة 13.58 % في الإنتاجية الكلية للمحصول نهاية الموسم.
- تفوق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) عند مستوى ري 100 % على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) عند نفس مستوى الري بنسبة 15.19 % .
- تفوق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) عند مستوى ري 80% على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) عند نفس مستوى الري بنسبة 16.59 % .

مما سبق ذكره يمكن استخلاص التالي :

- في حالة نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) وعند مستوى ري 80 % فإن الخسارة في إنتاج محصول البطاطس بنسبة 15.58 % مقارنة مع نفس النظام عند مستوى الري 100% وتعتبر هذه الخسارة قليلة مقارنة مع توفير كمية من مياه الري بنسبة 20% من الكمية المضافة الكلية خلال الموسم. لكن ذلك يمكن اعتباره اقتصادياً للموارد الأرضية وعندما يكون هناك ندرة وشحه في المياه وطول تكاليف المياه.
- في حالة توفر المياه يعتبر مستوى الري 100 % هو الأفضل من الناحية الإنتاجية لأي نظام ري.
- في حالة نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) عند مستوى ري 80% فإن نسبة الخسارة في الإنتاج 12.13 % مقارنة مع توفير ما نسبته 20 % من كمية المياه المضافة الكلية خلال الموسم، إلى جانب أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) يوفر كمية من المياه بنسبة 35 % من الاستهلاك الكلي خلال الموسم مقارنة مع نظام الري السطحي بالخطوط (FI3).
- وفي حالة نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) وعند مستوى ري 80% فإن نقصاً في الإنتاج بنسبة 12.73 مقارنة مع توفير كميات من المياه بنسبة 20% من كمية المياه المضافة خلال الموسم وأيضا فنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) يدخر كمية من المياه بنسبة تصل إلى 35 % وذلك مقارنة بنظام الري السطحي بالخطوط (FI3).

كما يمكن الرجوع إلى النتائج الموضحة في الجدول (12 – أ) ومن الجدول يمكن استنباط عدد من الاستنتاجات وعلى النحو التالي:

- في حالة نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) تفوق مستوى الري80 % على مستوى ري 100 % بنسبة 8.82 % في كفاءة استخدام المياه في نهاية الموسم.
- وفي حالة نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تفوق مستوى ري80 % على مستوى ري100 % بنسبة 8.11 % في كفاءة استخدام المياه نهاية الموسم.

- وفي حالة نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) تفوق مستوى ري80 % على مستوى ري100 % بنسبة 8.11 % في كفاءة استخدام المياه نهاية الموسم.
- تفوق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) عند مستوى ري 100 % على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) عند نفس مستوى الري بنسبة 45.16 % .
- تفوق نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) عند مستوى ري 80% على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) عند نفس مستوى الري بنسبة 45.59% .

مما سبق ذكره يمكن استخلاص التالي :

- في حالة نظام الري السطحي بالخطوط(FI3) فإن كفاءة استخدام المياه وعند مستوى ري 80 % تفوق كفاءة استخدام المياه عند مستوى الري100% مما نستخلص أن مستوى الري 80% الأفضل في كفاءة الاستخدام المائي حيث أن – التقليل من إضافة المياه – لا يؤثر بشكل هام على إنتاجية المحصول عند مقارنة ذلك مع توفير كميات من المياه بنسبة 20% من كمية المياه المضافة خلال الموسم عند تطبيق مستوى الري 80 % لنظام الري السطحي بالخطوط(FI3) .
- وأيضاً بالنسبة لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) ، فإن كفاءة الاستخدام المائي عند مستوى ري 80% تفوق كفاءة الاستخدام المائي عند مستوى الري 100% لنفس النظام مما نستخلص أن مستوى الري 80% هو الأفضل في كفاءة الاستخدام المائي وذلك – التقليل من كمية المياه المضافة – لا يؤثر بشكل هام على إنتاجية المحصول عند مقارنة ذلك مع توفير كمية من المياه بنسبة 20% من كمية المياه المضافة خلال الموسم خاصة في المناطق التي بها شحة في المياه ، كما أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) يوفر كمية من المياه بنسبة 35% مقارنة بنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) .

الفصل الخامس

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات

1- تشير النتائج إلى أن نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذات سريان مضطرب (SD1) والري بأنابيب عليها منقطات ذات منظم ضغط (SD2) تفوقا معنوياً على نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) في كفاءة الإضافة خلال مختلف مراحل نمو المحصول، كما تفوق نظام الري (SD1) معنوياً في طول النبات علي نظام الري (SD2) ونظام الري (FI3). أيضاً تفوق نظام الري (SD2) في طول النبات على نظام الري (FI3) . في حين ١أوضحت النتائج تفوق نظام الري (SD1) في قطر ساق النبات على كل من نظامي الري (SD2) و (FI3). لكن لم توجد فروقاً معنوية بين نظام الري (SD2) ونظام الري (FI3) في قطر ساق النبات .

2- تفوق مستوى الري 60 % في كفاءة الإضافة على كل من مستوى الري 100 % ، 80 % في مختلف مراحل نمو المحصول، بينما تفوق مستوى الري 100 % في طول النبات معنوياً على مستوى الري 80 % ، 60 % بينما تفوق مستوى الري 100 % ، 80 % معنوياً في قطر ساق النبات على مستوى الري 60 % .

3 - تفوق نظام الري (SD1) ونظام الري(SD2) معنوياً في وزن الدرنة على نظام الري (FI3) بينما لم توجد فروقاً معنوية بين أنظمة الري في طول الدرنة .

4- تفوق مستوى الري 100 % معنوياً في طول الدرنة على مستوى الري 80 % ، ومستوى الري 60 % . بينما تفوق مستوى الري 100 % معنوياً في وزن الدرنة على مستوى الري 60 % ولم تكن هناك فروقاً معنوية في وزن الدرنة بين مستوى الري 100 % ومستوى الري 80 % .

5 - تفوق نظام الري (SD1) معنوياً في إنتاجية محصول البطاطس على نظام الري (FI3) وكذلك تفوق نظام الري (SD2) معنويا في الإنتاجية على نظام الري (FI3). أيضاً أظهرت النتائج أن نظام الري(SD1) ونظام الري(SD2) قد تفوق أيضاً في كفاءة استخدام المياه

وبفروق معنوية على نظام الري (FI3). كذلك تفوق نظام الري (FI3) في نسبة المادة الجافة على نظام الري (SD1) ونظام الري (SD2).

6- تفوق مستوى الري 100 % معنوياً على كل من مستوى الري 80 % ومستوى الري 60 % في الإنتاجية والاستهلاك المائي بينما تفوق المستوى 60 % على كل من مستوى الري 80 % ، ومستوى الري 100 % في كفاءة استخدام المياه. كذلك تفوق المستوى 60 % معنويا في نسبة المادة الجافة على مستوى الري 80 % ومستوى الري 100 % .

7- زادت الإنتاجية لمحصول البطاطس بزيادة الاستهلاك المائي وانخفضت كفاءة الاستخدام المائي مع زيادة مستوى ماء الري .

8- أشارت النتائج إلى أن نظام الري (SD1) ونظام الري (SD2) يعمل على تراكم الأملاح في الطبقة السطحية للتربة حول المنقطات في حين أن نظام الري السطحي بالخطوط (FI3) يعمل على غسل الأملاح من الطبقة العليا للتربة ويؤدي إلى تراكم الأملاح قرب منطقة الجذور الأمر الذي يؤثر على المحصول بسبب تراكم الأملاح في تلك المنطقة.

التوصيات

1- إدخال أنظمة الري الموضعي في زراعة الخضر في الجمهورية اليمنية لما لها من دور في زيادة إنتاجية محاصيل الخضروات ورفع كفاءة الاستخدام المائي وتوفير مياه الري مقارنة بنظام الري السطحي كما ينصح عند استخدام أنظمة الري الموضعي باستمرار إضافة عدد من الريات بنظام الري السطحي بالغمر لغسل الأملاح المتراكمة على سطح التربة .

2- يوصى بمستوى ري 100 % بنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1) ونظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) خاصة في المناطق التي تتوفر بها المياه .

3- لا يوصى بمستوى ري أقل من 80 % لمختلف أنظمة الري لأن ذلك يؤدي إلى صغر حجم الدرنات وبالتالي انخفاض قيمتها التسويقية.

المراجع

المراجع العربية

- **إسماعيل س.م.**(2002) تصميم وإدارة نظم الري الحقلي – كلية الزراعة – جامعة الإسكندرية .
- **إسماعيل ل.خ. (1988)** الري والبزل – جامعة الموصل – العراق.
- **حنفي .م.ح. (1990)** الري أساسيات وتصميم – كلية الزراعة – جامعة القاهرة .
- **العمود.** إ. أ. **(1997)** نظم الري بالتنقيط – جامعة الملك سعود – المملكة العربية السعودية .
- **الصافي . أ.(2002)** تطوير أنظمة الري لإدارة المياه على مستوى الحقل . الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي .وزارة الزراعة.
- دراسة تقييم المياه (1982-1985 م) " وزارة النفط والثروات المعدنية "
- **فهد .ع.ع. وشهاب . ر. م . وناس علي .ع . محمد .ع.ع .(2000)** إدارة ري محصول الذرة الصفراء (.Zea mays L) لزيادة كفاءة استخدام المياه في وسط العراق .

- **الغوري. ع .وحيدر.ع.(2002)** رفع كفاءة الاستخدام المائي لمحصول البطاطس. الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي .وزارة الزراعة.
- **كتاب الإحصاء الزراعي لعام (2007) –** وزارة الزراعة والري – الإدارة العامة للإحصاء الزراعي
- **مكرد .ع . ع . (2001)** الدليل الزراعي – المرتفعات الوسطى– الهيئة العامة للبحوث والإرشاد الزراعي .وزارة الزراعة.
- **المجاهد. ع. م . (2002)** دراسة الخصائص الهيدروليكية لنظام الري بالتنقيط وتأثيره على كفاءات الري مقارنة بالري السطحي لإنتاج الطماطم تحت ظروف صنعاء .
- **المنظمة العربية للتنمية الزراعية (2002)** إستراتيجية تطوير وتحسين أداء الري السطحي والصرف في الدول العربية .

- **النعيم . م . ع . (2003)** استجابة محصول الطماطم المزروع تحت ظروف البيوت المحمية إلى أنظمة ري مختلفة وأنواع مختلفة من النقاطات . وزارة التعليم العالي . جامعة الملك فيصل . المملكة العربية السعودية.
- **نوري . ج . م. ومساهمة بامطرف.ع . ومحمد .ل .إ . وإسماعيل . ن .ج .** دراسة تحليلية لواقع الموارد المائية في اليمن .

REFERENCES

Abu Zied. M., (1995). "International water-save programs and water -save "In Hamdy. A (Ed) Water saying; Prospects and Challenges, Cairo, Egypt, (1pp. 1-18).

Al-Jamal, M.S., Ball, S., Sammis, T.W.,(2001) . Comparison of sprinkler, trickle and furrow irrigation efficiencies for onion production. Agri. Water Manag. (46) ,253-266

Alexander, R., (2005) Crop production under deficit irrigation . A thesis sub mitted to the Department of Civil and Architectural Engineering anc Graduate School of the University of Wyoming in partial Fulfillment of the requirements for the degree of master of science .

Antony, E., Singandhupe, R.B., (2004) Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (capsicum annum L.).Agri. Water Manag. (65) 121-132.

Ascough, G. W. and G. A. Kiker (2002). The effect of irrigation uniformity on irrigation water requirements. Water SA Vol. 28(2)April: 235-241.

Aujla, M.S., Thind, H.S., Buttar, G.S., (2006) Fruit yield and water use efficiency of eggplant (Solanum melongema L.) as influenced by different quantities of nitrogen and water applied through drip and furrow irrigation .Scientia Horticulture 112 (2007) 142-148.

Bogle, C.R; Hartz, T.K. and C. Nunez (1989) Comparison of subsurface trickle and furrow irrigation on plastic mulched and bare soil for

tomato production . Journal of the American society for Horticulture science .P40-43.

Bralts,V.F.and Wu, I.P.(1979).Emitter flow variation and uniformity for drip irrigation .Summer metting of ASAE and CSAE University of Manitoba Winnipeg, Canada, pp.24-27.

Chartzoulakis, K., and Drosos. N.. (1995). Water use and yield of greenhouse grown eggplant under drip irrigation. Agric . Water Mange. (28),113-120.

Dagdelen, N., Basal, H., Yilmaz, E., Gurbuz, T., Akcay, S.,(2008)Different drip irrigation regimes affect cotton yield, water use efficiency and fiber quality in western turkey.

Dalvi, V.B., G.U. Satpute, M.N. pawade and K.N. Tiwari (1995) Growers' experiences and on- farm Microirrigation efficiencies Microirrigation for changing the world {international Microirrigation Congress} Published by ASAE. 775-780.

Darwish, T. M., Atallh, T.W., Hajhasan , S., Haidar, A. , (2006) Nitrogen and water use efficiency of fertigated processing potato. Agric. Water Manage. 85, (2006) 95-104.

Ederm, T., Ederm, Y., Orta, H. , Okurosy, H., (2006) Water-Yield relationships of potato under different irrigation methods and regimens. Sci. Agri. P 226-231.

El-Ansary, M. Y. A. Awad, M. N. El-Awady, and H. El-Eryani (1999). Effect of Drip Irrigation Uniformity on Crop Production. The seventh Conference of Egyptians Association for Agricultural Engineering Faculty of Agriculture Alexandria University.

Ferrerr, T.C. , Carr, M .K . V., (2002) Response of potato (Solanum tuberosuml) to irrigation and nitrogen in a hot , dry climate. field crops Research (78) 51-64 .

Hassanli, A.M., Ebrahimizadeh, M.A. ,Beecham, S., (2008) The effect of irrigation methods with effluent and irrigation scheduling on water use efficiency and corn yields in an arid region. Agriculture water Management 96 (2009) 93-99.

Incrcci, L . Malorgio, F. Batola A .D ., and Prdossi, A., (2005) The influence of drip irrigation or subirrigation on tomato grown in closed-loop substrate culture with saline water Scientia Horticulture 107 (2006) 365-372.

James L.G, (1988): Principles of farm irrigation system design . John wiley and sons New York U.S.A:534.

Keller, J., and Karmeli, D., (1974): Trickle irrigation design parameters .Transactions of the ASAE 17(4) : 678-684.

Killer, J., and Ron, B., (1990) sprinkler and trickle irrigation.

Kirda, C.& Kanber, R. (1999). Water, no longer a plentiful resource should be used sparingly in irrigated agriculture. In : C. Karida, P . Moutonnet, C. Hera & D.R. Nielsen, eds.

Manjunatha, M.V. Shukla, K.N. and Chauhan, H.S,.(2000) Evaluation of combined micro and surface irrigation systems in sweet lime inter-cropping. Micro- irrigation Technology for developing agriculture.

Mardamootoo , F. S ., and Rigby, M., (1987) Hydraulic performances of five different emitter, Canadian .Agri. Eng.

Nagaz , K., Masmoudi, M . M .and Mechlia , N .B.,(2007) soil salinity and yield of drip irrigation potato under different irrigation Regimes with saline water in Arid conditions of southern Tunisia . Journal of Agronomy .324- 330.

Onder, S.,Caliskan, M.E.,Onder, D., and Caliskan, S.,(2004). Different irrigation methods and water stress effects on potato yield components . . Agric. Water Manage73(2005)73-86.

Pene, C.B.G., and G.K Edi (1996). Sugarcane yield response to deficit irrigation at tow grown stages. In: Nuclear techniques to Assess irrigation schedules for field crops. IAEA, TECDOC 888, pp. 115-129,Vienna.

Rajak, D., Manjunatha, M . V., Rajkumar, G.R ., Hebbara, M., Minhas, P.S, (2006) Comparative effect of drip and furrow on the yield and water productivity of cotton (Gossypium hirsutum L.) in a

saline and waterlogged vertisol. Agriculture water Management P 30-36.

Rajput, T.B.S., Patel, N,.(2006). Water and nitrate movement in drip-irrigated onion under fertigation and irrigation treatments. Agric. Water Manage. 79, 293-311.

Sezen, S.M., Yazar.A., Akyildiz, A., Dasgan, H.Y., Gencel, B., (2007) Yield and quality response of drip irrigated green beans under full and deficit irrigation .Scientia Horticulture 117 (2008) 95-102.

Sezen, S.M, .Yazar, AEker S,(2006).Effect of drip irrigation and quality of field grown bell pepper.Agri.Water Manage.81.115-131.

Shani, U. (1985) Selecting dripper discharge and location to control root distribution drip trickle irrigation in action- volume . P 718-723.

Sharaf, G. A., T. K. Zin El-Abedin, and S.M. Ismail. (1996) Subsurface dripper line irrigation system: I.Hydralic analysis. Misr J. Agri. Eng, 13(3), July : 575-588.

Scholoberg, J.J., M.S. and Locascio, S.j., (1999) Growth response of snap bean and tomato as affected by salinity an irrigation method .Horticultural Science. (34) p 259-264.

Smith, M. (1992). cropwat for . A computer for irrigation and drainage . p. 46, Rome, Italy.

Srivastava. (2003). Gravity-fed drip irrigation system for hilly terraces of the northwest Himalayas. Irrig. Sci.,21) 151-157.

Stegman, E.C., Musick, J.T.& Stewart, J.I. (1980). Irrigation water management. In: M.E. Jensen ed. Design and operation of farm irrigation system. St. Joseph, Michigan, United States of America, ASAE

Stewart, B.A. & Musick, J.T.(1982). Conjunctive use of irrigation and rainfall in semi-arid regions. Advances in Agronomy 1: 1-23.

Tiwari, K.N., Singh, S., Mal P.K., (2003) effect of drip irrigation on yield of cabbage (Brassica oleracea L. var . capitata) under mulch and non-mulch condition . Agri. Water Manag.(58) 19-28.

Tiwari, K.N., Mal, P.K., Singh, R.M., Chattopadhyay , A. (1998) Response of okra (Abelmoschus esculentus L.) to drip irrigation under mulch and nonmulch condition. Agric. Water Manage. 38, 91-102.

Trimmer, W. L. (1990) " Applying partial irrigation in Pakistan." J. Irrig. Drain. Eng., 116(3), 342-353 .

Unlu, M., Kanber, R., Senyigit, U., Onaran, H., Diker, (2006) Trickle and sprinkler irrigation of potato (Solanum tuberosum L.) In middle Anatolian region in Turkey. Agric. Water Manage (79) 43-71.

Wang, F-X., Kang, Y., Liu, S-P., (2006) Effect of drip irrigation frequency on soil wetting pattern and potato growth in North China plain. Agri . Water Manage.(79) 248-264.

Wasif, E.A. (1990). Trickle irrigation laterals design for uniformity.M.SC. Dept of soil. Fac. Agric, Ain Shams University, Egypt.

Wei, Z., Y. Tang, W. Zhao and B. Lu. (2003). Rapid development technique for drip irrigation emitters. Rapid Prototyping Journal, 9: 104-110.

Yuan, B-Z., Nishiyama, S., Kang, Y .,(2003) Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato .Agri.Water .Manage.(63)153-167 .

Yuan, B-Z., Sun, J., Y., Nishiyama, S., (2006) Response of cucumber to drip irrigation water under a rain shelter. Agric. Water Manage. (81) 145-158.

Zeng , C-Z ., Bie .Z-L ., Yuan .B-Z ., (2008) Determination of optimum irrigated water amount for drip-irrigated muskmelon (cucumis melo L.) in plastic greenhouse. Agric. Water Manage.xx(2008)xxx-xxx.

Appendix

A



أ

جداول التحليل الإحصائي للبيانات

جدول (1– أ) تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة

الصفة	أنظمة الري	مستويات الري	التداخل
كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإنبات %	*4709.37	*336.26	*14.15
طول النبات	*111.54	*264.70	*1.64
قطر ساق النبات	1.78	*12.44	1.22

*وجود فروقاً معنوية عند مستوى 0.05.

جدول (2 – أ) تأثير أنظمة الري على الصفات المدروسة

الصفة	SD1	SD2	FI3
طول النبات (سم)	43.38 a	39.22 b	36.38 c
قطر ساق النبات (مم)	7.00 a	6.56 ab	6.11 b
كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإنبات %	84.11 a	83.11 a	44.00 b

a,b اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

جدول (3 – أ) تأثير مستويات الري على صفات نمو النبات

الصفة	I1	I2	I3
طول النبات (سم)	44.92 a	39.96 b	34.09 c
قطر ساق النبات (مم)	7.44 a	7.00 a	5.22 b
كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإنبات %	64.22 a	70.56 b	76.44 c

a,b, اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

جدول (4 – أ) تأثير التداخل بين أنظمة و مستويات الري على الصفات المدروسة

التداخل		كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإنبات %	طول نبات البطاطس(سم)	قطر ساق نبات البطاطس(مم)
أنظمة الري	مستوى الري			
SD1	I1	79.33 a	53.49 a	8.00
	I2	84.00 b	10.44 b	7.33
	I3	89.00 c	41.13c	5.67
SD2	I1	78.33 a	43.23 a	6.67
	I2	82.67 b	03.40 b	7.33
	I3	88.33 c	40.90 c	5.67
FI3	I1	35.00 d	37.38 d	7.67
	I2	45.00 e	33.53 e	6.33
	I3	52.00 f	31.37 f	4.33

a,b,... اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

جدول (5 – أ) تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة

الصفة	أنظمة الري	مستويات الري	التداخل
كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإزهار %	*4773.15	*348.48	*10.65
طول لدرنة (سم)	0.396	*2.811	0.189
وزن الدرنة (جم)	*293.44	*983.11	4.56

*وجود فروقاً معنوية عند مستوى 0.05.

جدول (6 – أ) تأثير أنظمة الري على الصفات المدروسة

الصفة	SD1	SD2	FI3
كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإزهار %	84.89 a	84.33 a	46.00 b
طول لدرنة (سم)	6.43	6.37	6.04
وزن الدرنة (جم)	76.78 a	75.56 a	66.33 b

a,b, اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

جدول (7 – أ) تأثير مستويات الري على الصفات المدروسة

الصفة	I1	I2	I3
كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإزهار %	65.56 a	71.67 b	78.00 c
طول لدرنة (سم)	6.84 a	6.28 b	5.72 c
وزن الدرنة (جم)	80.00 a	77.78 a	60.89 b

a,b,c اختلاف الحرف يدل على وجود فروق معنوية.

جدول (8 – أ) تأثير التداخل بين أنظمة و مستويات الري على الصفات المدروسة

التداخـــــــــــل		كفاءة الإضافة خلال مرحلة الإزهار %	طول لدرنة (سم)	وزن الدرنة (جم)
أنظمة الري	مستوى الري			
SD1	I1	80.00 a	7.22	84.00
	I2	84.00 b	6.46	82.33
	I3	90.67 c	5.62	74.00
SD2	I1	79.33 a	6.96	82.23
	I2	84.00 b	6.21	81.00
	I3	89.67 c	5.92	69.67
FI3	I1	37.33 d	6.34	64.00
	I2	47.00 e	6.16	63.33
	I3	53.67 f	5.62	55.33

a,b,... اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

جدول (9 – أ) تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة

الصفة	أنظمة الري	مستويات الري	التداخل
إنتاجية البطاطس (كجم /هـ)	*28176189.24	*100154379.12	564079.74
الاستهلاك مائي (مم)	*89006.74	* 80072 .02	* 1854.16
كفاءة استخدام المياه(كجم / م3)	*27.363	*2.439	0.091

*وجود فروقاً معنوية عند مستوى 0.05.

بدون *عدم وجود فروقاً معنوية.

جدول (10 – أ) تأثير أنظمة الري على الصفات المدروسة

الصفة	SD1	SD2	FI3
إنتاجية البطاطس (كجم /هـ)	21416.0 a	21104.3 a	18207.4 b
الاستهلاك مائي (مم)	319.9 a	319.9 a	492.1 b
كفاءة استخدام المياه كجم / م3	6.8 a	6.7 a	3.8 b

a,b, اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

جدول (11 – أ) تأثير مستويات الري على الصفات المدروسة

الصفة	I1	I2	I3
إنتاجية البطاطس (كجم /هـ)	23431.2 a	20519.7 a	16776.7 b
الاستهلاك مائي (مم)	471.6 a	377.3 b	283.0 c
كفاءة استخدام المياه كجم / م3	5.3 a	5.8 b	6.3 c

a,b,c اختلاف الحروف يدل على وجود فروق معنوية.

جدول (12 – أ) تأثير التداخل بين أنظمة و مستويات الري على الصفات المدروسة

التداخل		إنتاجية البطاطس	الاستهلاك مائي (مم)	كفاءة استخدام المياه
أنظمة الري	مستوى الري	(كجم /هـ)		كجم / م3
SD1	I1	24896.50	399.85a	6.2
	I2	21876.58	319.86 b	6.8
	I3	17474.89	239.91c	7.3
SD2	I1	24282.09	399.85a	6.1
	I2	21434.56	319.86 b	6.7
	I3	17596.21	239.91c	7.4
FI3	I1	21115.13	615.15d	3.4
	I2	18248.02	492.12 e	3.7
	I3	15259.07	369.09 f	4.1

a,b,... اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

جدول (13 – أ) علاقة الارتباط بين الصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري

الصفة	أنظمة الري	مستويات الري	الإنتاجية (كجم /هـ)	الاستهلاك المائي (مم)	كفاءة استخدام المياه(كجم/ م3)
أنظمة الري	1				
مستويات الري	1	1			
الإنتاجية (كجم /هـ)	-0.42*	0.86**	1		
الاستهلاك المائي (مم)	0.62**	0.68**	0.25	1	
كفاءة استخدام المياه(كجم/ م3)	-0.83**	-0.28	0.21	-0.86**	1

** وجود فروقاً معنوية عند مستوى 0.01 .

*وجود فروقاً معنوية عند مستوى 0.05 .

بدون* عدم وجود فروقاً معنوية.

جدول (14 – أ) بيانات استنباط معادلة الانحدار للصفات بدلالة أنظمة ومستويات الري نهاية الموسم

الصفة	الرمز	الوحدة	المعنوية	R^2
الإنتاجية كجم/هـ	P	كجم/هـ	–	0.917
	x	–	0.0001	0.173
	y	%	0.0001	0.744
الاستهلاك المائي	W	مم	–	0.850
	x	–	0.0001	0.387
	y	%	0.0001	0.463
كفاءة استخدام المياه	WUE	كجم/م3	–	0.772
	x	–	0.0001	0.692
	y	%	0.0001	0.080

جدول (15 – أ) تحليل التباين بمتوسطات المربعات للصفات المدروسة

الصفة	أنظمة الري	مستويات الري	التداخل
نسبة المادة الجافة	*48.04	*83.82	3.32
ملوحة التربة	*0.526	*0.012	*0.0061
كفاءة الإضافة خلال مرحلة النضج %	*4772.7	*374.7	*4.15

*وجود فروقاً معنوية عند مستوى 0.05.

بدون عدم وجود فروقاً معنوية.

جدول (16 – أ) تأثير أنظمة الري على الصفات المدروسة

الصفة	SD1	SD2	FI3
نسبة المادة الجافة%	22.67 b	23.44 b	27.00 a
ملوحة التربة	0.334 a	0.438 b	0.290 c
كفاءة الإضافة خلال مرحلة النضج %	85.22 a	84.89 a	46.44 b

a,b, اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

جدول (17 – أ) تأثير مستويات الري على الصفات المدروسة

الصفة	I1	I2	I3
نسبة المادة الجافة%	21.89 b	23.44 b	27.87a
ملوحة التربة	0.326 a	0.342 b	0.396 c
كفاءة الإضافة خلال مرحلة النضج %	65.56 a	72.56 b	78.44 c

a,b,c اختلاف الحروف يدل على وجود فروق معنوية.

جدول (18 – أ) تأثير التداخل بين أنظمة و مستويات الري على الصفات المدروسة

التداخل		نعبة المادة الجافة %	ملوحة التربة (مليموز/ سم)	كفاءة الإضافة خلال مرحلة النضج %
أنظمة الري	مستوى الري			
SD1	I1	20.67	0.310 de	79.33 a
	I2	22.33	0.333 d	85.00 b
	I3	25.00	0.360 c	91.33 c
SD2	I1	20.00	0.363 c	79.00 a
	I2	22.33	0.423 b	84.67 b
	I3	28.00	0.530 a	91.00 c
FI3	I1	25.00	0.303 e	38.33 d
	I2	25.67	0.270 f	48.00 e
	I3	30.33	0.297 e	53.00 f

a,b,... اختلاف الحروف يدل على وجود فروقاً معنوية.

Appendix

B

ملحق

ب

جداول بيانات القياسات الحقلية

جدول (1- ب) صفات نمو محصول البطاطس تحت نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان مضطرب (SD1)

نوع الري	مستوى الري	المكرر	بداية الخط		وسط الخط		نهاية الخط	
			طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)
SD1	%100	R1	48	10	48	8	50	9
	%80	R1	43.5	8	41	9	43	7
	%60	R1	36	5	36.5	5	37.6	5
	%100	R2	49	8	49.6	9	50.5	7
	%80	R2	43	7	44	6	43.8	8
	%60	R2	39	6	37.4	6	37	6
	%100	R3	49	7	50.3	8	51.3	6
	%80	R3	43.4	7	45	7	42.4	7
	%60	R3	37.5	6	38.3	6	37	6

جدول (2 - ب) صفات نمو محصول البطاطس تحت نظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2)

نوع الري	مستوى الري	المكرر	بداية الخط		وسط الخط		نهاية الخط	
			طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)
SD2	%100	R1	43.6	9	44.3	7	42	8
	%80	R1	40	7	39.2	8	39	6
	%60	R1	33	5	33	5	32.4	5
	%100	R2	44	7	45	5	44.5	6
	%80	R2	40	8	39.3	7	41	9
	%60	R2	33	6	35	5	32.5	7
	%100	R3	45	6	43.5	6	45	6
	%80	R3	41	7	40.5	8	40.3	6
	%60	R3	34.3	6	35	6	33.6	6

جدول (3 - ب) صفات نمو محصول البطاطس تحت نظام الري السطحي بالخطوط (FI3)

نوع الري	مستوى الري	المكرر	بداية الخط		وسط الخط		نهاية الخط	
			طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)	طول النبات (سم)	قطر ساق النبات (مم)
FI3	%100	R1	40	7	39.6	6	41	8
	%80	R1	35.6	6	37	5	36	7
	%60	R1	31	5	30	6	29.3	4
	%100	R2	41.5	8	42	7	41.3	9
	%80	R2	36	6	38	5	36.4	7
	%60	R2	31.5	4	31.2	4	33	4
	%100	R3	41	8	42.3	7	41.5	9
	%80	R3	36.4	7	37.3	8	37	6
	%60	R3	33	4	31.3	4	32	4

جدول (4 – ب) متوسط طول الدرنة (مم) ومتوسط وزن الدرنة(جم) لمختلف أنظمة ومستويات الري

نظام الري		SD1		SD2		FI3	
الصفة		طول الدرنة (مم)	وزن الدرنة (جم)	طول الدرنة (مم)	وزن الدرنة (جم)	طول الدرنة (مم	وزن الدرنة (جم)
مستوى الري	المكرر						
%100	R1	7.97	93	6.92	81	6.48	75
%80	R1	6.48	87	6.47	89	6.08	73
%60	R1	5.75	67	5.85	71	5.98	62
%100	R2	6.7	79	7.00	71	6.90	74
%80	R2	6.73	85	6.13	81	6.70	66
%60	R2	5.43	61	6.27	63	5.50	49
%100	R3	6.98	80	6.95	94	5.65	73
%80	R3	6.18	75	6.05	74	5.70	70
%60	R3	5.68	64	5.65	56	5.38	55

جدول (5 - ب) متوسط نسبة المادة الجافة للنبات % ومتوسط ملحة التربة (مليموز/سم) لمختلف أنظمة ومستويات الري

نظام الري		SD1		SD2		FI3	
الصفة		نسبة المادة الجافة %	ملوحة التربة (مليموز/سم)	نسبة المادة الجافة %	ملوحة التربة (مليموز/سم))	نسبة المادة الجافة %	ملوحة التربة (مليموز/سم)
مستويات الري	المكرر						
%100	R1	22	0.32	20	0.36	25	0.30
	R2	20	0.31	20	0.38	26	0.32
	R3	20	0.30	20	0.35	24	0.29
%80	R1	24	0.35	22	0.44	23	0.27
	R2	21	0.33	23	0.42	29	0.28
	R3	22	0.32	22	0.41	25	0.26
%60	R1	25	0.38	28	0.53	30	0.30
	R2	22	0.33	28	0.54	31	0.31
	R3	28	0.37	28	0.52	30 ____	0.28

جدول (6 - ب) إنتاجية محصول البطاطس (كجم/هـ)تحت أنظمة ومستويات الري

مستويات الري	المكرر	SD1	SD2	FI3
I_1	R1	24303.26	24814.54	21178.94
	R2	25693.12	23486.77	21251.32
	R3	24693.12	24544.97	20915.13
I_2	R1	22944.44	21809.52	17962.50
	R2	21289.86	21668.76	18000.30
	R3	21395.45	20825.40	18781.25
I_3	R1	17804.58	16384.92	15156.46
	R2	16977.23	18906.83	14810.37
	R3	17642.86	17496.89	15810.37

(نظام الري: SD1, SD2, FI3)

جدول (7 - ب) توزيع الريات خلال الموسم (مم)

FI3			SD2			SD1			التاريخ
%60	%80	%100	%60	%80	%100	%60	%80	%100	
26.695	35.594	44.492	17.352	23.136	28.92	17.352	23.136	28.92	6/1
27.009	36.012	45.015	17.556	23.408	29.26	17.556	23.408	29.26	6/10
26.483	35.311	44.139	17.214	22.952	28.69	17.214	22.952	28.69	6/19
31.421	41.895	52.369	20.424	27.232	34.04	20.424	27.232	34.04	6/29
37.652	50.203	62.754	24.474	32.632	40.79	24.474	32.632	40.79	7/9
42.674	56.898	71.123	27.738	36.984	46.23	27.738	36.984	46.23	7/19
51.785	69.046	86.308	33.660	44.880	56.10	33.660	44.880	56.10	7/29
49.283	65.711	82.139	32.034	42.712	53.39	32.034	42.712	53.39	8/9
41.649	55.532	69.415	27.072	36.096	45.12	27.072	36.096	45.12	8/21
34.440	45.920	57.400	22.386	29.848	37.31	22.386	29.848	37.31	9/1
369.09	**492.12**	**15.615**	**239.91**	**319.88**	**399.85**	**239.91**	**319.88**	**399.85**	**TOTAL**

جدول (8– ب) متوسطات رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) خلال مرحلة الإنبات

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة %
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
SD1	%100	R1	28.70	27.55	26.40	19.25	18.71	19.31	79
		R2	24.78	25.83	26.94	18.01	17.21	16.95	79
		R3	25.16	24.73	27.81	16.91	17.23	17.85	80
	%80	R1	25.12	23.70	23.96	17.52	16.79	16.87	84
		R2	24.85	23.68	25.15	17.59	17.23	17.02	85
		R3	23.27	24.82	23.61	17.02	16.91	16.44	83
	%60	R1	21.61	20.53	20.71	14.76	15.62	15.49	88
		R2	22.13	21.65	20.00	16.11	15.22	15.11	90
		R3	21.95	22.05	22.45	15.91	16.27	17.11	89

جدول (9 – ب) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) خلال مرحلة الإنبات

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة %
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
SD2	%100	R1	27.11	28.35	28.05	18.91	19.51	19.72	79
		R2	26.19	27.21	26.22	17.91	18.82	17.81	78
		R3	26.71	26.29	26.08	18.21	17.81	17.98	78
	%80	R1	25.11	24.69	23.94	18.11	17.23	17.07	83
		R2	24.71	23.91	26.98	19.21	17.98	17.59	81
		R3	25.21	23.12	26.37	18.13	17.19	17.78	84
	%60	R1	22.13	23.18	22.37	17.51	16.47	16.93	87
		R2	22.31	21.01	22.53	16.17	15.91	16.61	89
		R3	23.10	21.81	21.42	17.16	16.29	15.72	89

جدول (10 - ب) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) خلال مرحلة الإنبات

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة%
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
FI3	%100	R1	24.19	23.16	24.20	18.75	17.91	17.58	35
		R2	23.11	22.49	23.25	17.81	16.91	17.33	34
		R3	24.01	22.19	23.10	18.77	17.13	18.61	36
	%80	R1	22.13	21.37	22.20	16.23	15.17	16.51	45
		R2	21.90	22.01	21.01	16.13	15.61	15.78	44
		R3	21.17	20.41	20.46	15.03	14.71	13.82	46
	%60	R1	19.33	18.29	19.02	14.11	13.23	13.88	52
		R2	20.03	19.38	19.15	14.63	13.87	14.34	53
		R3	19.37	18.23	18.08	13.75	12.81	14.00	51

جدول (11 - ب) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) خلال مرحلة الإزهار

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة%
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
SD1	100 %	R1	25.11	24.27	23.19	17.81	18.37	18.81	80
		R2	24.56	23.69	24.44	17.20	18.95	19.47	79
		R3	24.51	23.78	23.56	18.83	17.79	17.71	81
	80 %	R1	23.15	22.61	21.02	16.81	18.65	16.62	85
		R2	22.92	21.19	22.74	16.23	17.11	18.17	83
		R3	21.13	23.31	23.24	17.15	18.71	17.30	84
	60 %	R1	19.12	17.91	17.78	14.15	13.71	15.16	91
		R2	17.88	19.21	19.76	15.22	14.79	15.29	89
		R3	18.65	19.89	18.07	14.21	15.63	14.83	92

جدول (12 - ب) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) خلال مرحلة الإزهار

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة %
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
SD2	%100	R1	24.71	24.47	25.12	19.10	17.35	21.33	81
		R2	25.21	23.71	26.02	18.71	19.65	19.73	78
		R3	23.27	24.71	24.80	18.27	19.53	17.91	79
	%80	R1	23.13	21.83	23.35	18.19	16.91	18.69	84
		R2	21.78	22.91	23.35	17.41	18.74	17.55	83
		R3	23.72	22.57	23.01	19.23	17.37	18.00	85
	%60	R1	18.79	17.81	20.70	14.17	15.85	15.73	89
		R2	21.13	20.15	21.33	16.88	17.11	16.95	90
		R3	20.93	19.89	21.28	17.21	16.81	16.41	90

جدول (13 - ب) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) خلال مرحلة الإزهار

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة %
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
FI3	%100	R1	22.13	21.15	20.44	16.91	17.21	17.63	36
		R2	21.15	20.19	20.26	17.41	16.33	16.81	37
		R3	21.85	20.49	20.06	16.65	16.95	15.81	39
	%80	R1	19.11	20.19	20.04	16.23	15.78	14.82	47
		R2	18.81	17.79	17.85	13.01	14.87	14.33	46
		R3	19.38	18.13	18.83	14.98	13.91	14.67	48
	%60	R1	16.11	15.79	18.23	13.75	12.86	12.73	54
		R2	16.13	15.81	15.91	13.13	12.19	13.15	52
		R3	16.71	15.92	15.67	12.81	13.21	11.30	55

جدول (14 ـب) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو سريان اضطرابي (SD1) خلال مرحلة تمام النمو والنضج

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة %
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
SD1	%100	R1	26.06	25.31	24.51	21.15	20.45	20.53	79
		R2	25.71	24.85	25.04	20.13	19.74	18.78	80
		R3	25.29	24.79	24.86	20.13	19.45	18.65	79
	%80	R1	24.15	23.19	23.34	18.19	17.91	17.42	86
		R2	23.85	22.58	22.27	17.41	18.01	16.51	84
		R3	23.81	22.78	23.22	16.93	17.83	18.10	85
	%60	R1	20.79	21.29	19.06	15.77	16.34	15.41	91
		R2	19.91	20.77	21.24	16.14	17.41	14.16	92
		R3	21.44	22.04	20.39	17.03	16.81	16.41	91

جدول (15 - ب) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري بأنابيب عليها منقطات ذو منظم ضغط (SD2) خلال مرحلة تمام النمو والنضج

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة%
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
SD2	%100	R1	27.09	26.83	26.42	20.91	19.85	19.63	80
		R2	26.23	25.67	22.74	20.11	19.84	18.25	78
		R3	25.03	24.71	24.96	19.31	18.19	17.19	79
	%80	R1	23.10	24.19	22.16	18.30	17.11	17.09	85
		R2	23.25	22.78	22.67	17.91	18.05	16.78	83
		R3	22.71	23.15	21.82	17.10	16.91	15.43	86
	%60	R1	21.71	20.18	20.75	16.17	17.03	15.79	90
		R2	21.91	20.15	21.24	17.45	16.23	15.85	92
		R3	21.11	20.72	19.88	16.77	16.11	15.21	91

جدول (16 ـب) رطوبة التربة قبل وبعد الري لنظام الري السطحي بالخطوط (FI3) خلال مرحلة تمام النمو والنضج

نظام الري	مستويات الري	المكرر	متوسط المحتوى الرطوبي وزنا%						كفاءة الإضافة %
			بعد الري			قبل الري			
			بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	بداية الخط	وسط الخط	نهاية الخط	
FI3	%100	R1	23.11	22.71	20.93	18.11	17.41	16.65	38
		R2	22.19	23.75	25.91	18.31	17.61	17.72	40
		R3	23.85	22.25	22.75	18.41	17.61	18.64	37
	%80	R1	20.23	21.11	19.02	16.01	15.73	13.29	49
		R2	20.15	19.71	19.99	15.44	14.31	15.37	48
		R3	20.41	19.85	20.34	14.78	15.51	14.83	47
	%60	R1	18.33	17.93	17.29	14.01	13.91	13.42	53
		R2	19.05	18.07	16.43	15.23	14.09	15.41	52
		R3	18.71	17.44	17.70	14.29	13.75	13.39	54

جدول (17– ب) درجات الحرارة وسرعة الرياح والرطوبة النسبية

m	متوسطTemp. (°C) من high	متوسطTemp. (°C) من avg	متوسطTemp. (°C) من low	متوسطHumidity (%) من high	متوسطHumidity (%) من avg	متوسطHumidity (%) من low	متوسطWind (km/h) من high	متوسطWind (km/h) من avg
January	22.68	14.29	5.65	58.58	38.74	18.19	24.39	4.55
February	24.68	17.11	9.79	72.54	46.89	21.93	25.07	5.54
March	25.87	18.71	11.29	64.71	40.52	16.06	24.81	6.06
April	25.87	19.23	11.97	67.60	42.83	18.93	23.57	5.20
May	27.13	21.06	14.29	58.77	34.45	16.19	23.77	5.48
June	28.33	22.57	16.80	52.27	30.37	14.10	28.53	6.67
July	27.29	21.97	16.19	70.13	45.10	20.68	28.52	7.00
August	27.68	21.81	15.55	71.94	44.48	18.71	28.35	7.42
September	26.70	20.50	14.00	42.43	25.20	12.57	24.13	5.30
October	22.27	15.41	8.70	39.17	25.93	14.90	22.10	5.13
November	21.90	14.03	5.73	51.53	34.27	17.63	22.10	4.00
December	21.74	12.87	3.87	53.23	31.81	11.42	23.03	3.97

جدول (18 - ب) المساحة المزروعة لمحصول البطاطس (هكتار) والانتاج في السنة حسب المحافظات (طن) للسنوات 2003-2007 م (المصدر إحصاء 2007)

المحافظة	السنة	2007	2006	2005	2004	2003
الحديدة	المساحة	59	54	50	49	23
	الإنتاج	370	336	323	320	150
صنعاء	المساحة	1593	1468	1439	1425	3477
	الإنتاج	18109	16463	16140	15824	38611
ذمار	المساحة	7056	6505	6255	6193	3721
	الإنتاج	84607	76915	73957	68507	43565
إب	المساحة	6264	5774	5552	5497	4645
	الإنتاج	90768	82516	79342	70286	65730
تعز	المساحة	222	205	205	203	1943
	الإنتاج	2815	2559	2559	2509	24012
مأرب	المساحة	1290	1189	1132	1121	250
	الإنتاج	18758	17053	16241	13523	3551
حجة	المساحة	12	11	10	0	25
	الإنتاج	339	308	302	0	302
البيضاء	المساحة	411	379	371	268	1336
	الإنتاج	4848	4407	4321	4236	21115
صعدة	المساحة	67	62	59	58	85
	الإنتاج	392	720	686	673	986
المحويت	المساحة	13	12	12	11	26
	الإنتاج	103	94	92	90	213
لحج	المساحة	8	7	7	6	366
	الإنتاج	70	64	58	57	3470
أبين	المساحة	222	205	196	194	356
	الإنتاج	1913	1739	1659	1627	2986
حضرموت	المساحة	205	189	181	179	225
	الإنتاج	1803	1639	1561	1530	1923

المحافظة	السنة	2007	2006	2005	2004	2003
الجوف	المساحة	270	249	237	235	818
	الإنتاج	448	407	388	380	1322
شبوه	المساحة	65	60	57	56	538
	الإنتاج	661	601	572	561	5388
المهره	المساحة	4	4	4	3	0
	الإنتاج	31	28	27	26	0
عدن	المساحة	14	13	12	11	0
	الإنتاج	134	122	107	105	0
عمران	المساحة	1421	1310	1248	1236	0
	الإنتاج	20682	18802	17907	16217	0
الضالع	المساحة	12	11	10	9	0
	الإنتاج	125	114	109	107	0
الأمانة	المساحة	124	114	109	108	0
	الإنتاج	1521	1383	1317	1291	0
ريمة	المساحة	11	10	9	8	0
	الإنتاج	108	96	91	89	0
الإجمالي	المساحة	19343	17831	17155	16870	17834
	الإنتاج	249005	226366	217759	197958	213324

Republic of Yemen
Sana'a University
Graduate Studies
Faculty of Agriculture



Improvement of water use efficiency and potato production under different levels of drip deficit irrigation

By

Ali A. A .Al-Jendary

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment
of
The Requirements for the Master Degree of Science
in
Agricultural Engineering
(Irrigation)

Advisory Committee

Dr. Omar Ahmed Bamaga
Assistant professor, Advisor

Dr. Sulaiman Qawsi Sahari
Assistant professor, Co-advisor

Department of Agricultural Engineering
Faculty of Agriculture
Sana'a University
2009

Thesis Summary

Vegetables are major irrigated crops in Yemen which use large quantity of irrigation water mainly because surface irrigation methods, which are characterized with low efficiency, are mostly used for water application. This study aims to improve water use efficiency for potatoes production through applying deficit irrigation technique coupled with drip and surface irrigation methods and to investigate the effect of this technique on growth and yield of the crop. The study was undertaken at the Faculty of Agriculture farm in year 2007- 2008. The soil type was clay loam. Two types of surface drip irrigation emitters were used; pressure compensating (SD1) and turbulent types (SD2). Drip irrigation systems were compared with furrow irrigation system. Three levels of deficit irrigation were tested, i.e. 100, 80, 60 % of ET_0. Irrigation performance parameters such as water application efficiency, water use efficiency, and some features of the plant (height, stem diameter, yield, and dry matter content) were observed. The experiments was carried out using split plot design on a total area of 30m x 10m, and plots were assigned to treatments using complete randomized block design with three replications. The irrigation systems were main treatments and deficit irrigation levels were secondary treatments.

Water requirements were estimated using the computer program of FOA (Cropwat 1992). The significant of difference between averages of different treatments were tested using least significant difference (L.S.D) at ($P < 0.05$). The results were as follows:

1. The effect of irrigation system type was significant on application efficiency at all growing phases, plant height, crop yield, water use, water use efficiency, dry matter content and soil salinity. But no significant differences were observed on plant stem diameter, potato tuber length and weight of tuber.
2. The effects of deficit irrigation levels were significant on application efficiency at all growing phases, plant height, plant stem diameter, crop yield, water use efficiency, water use, tuber weight, dry matter content and soil salinity.
3. There were no significant differences in crop yields achieved with drip irrigation system (SD1) and drip irrigation system (SD2). The average yield for these two systems was found higher with about 15% compared with furrow surface irrigation (FI3).
4. The highest yield was found for drip irrigation system (SD1) which amounted to 24.9 t/ha and 17.5 t/ha for irrigation levels of 100 and 60 % of ET_0, respectively. The lowest yield was found for surface irrigation system (FI3) which amounted to 21.1 t/ha and 15.3 t/ha for irrigation levels of 100 and 60 % of ET_0, respectively.
5. The highest water use efficiency was found for drip irrigation system (SD1) which amounted to 6.2 kg/ m^3 and 7.3 kg/ m^3 for irrigation levels of 100 and 60 % of ET_0, respectively. The lowest water use efficiency was found for surface irrigation system (FI3) which amounted to 3.4 kg/ m^3 and 4.1 kg/ m^3 for irrigation levels of 100 and 60 % of ET_0, respectively.